HANDBOOK DO RADIOAMADOR

IWAN TH. HALÁSZ

HANDBOOK DO RADIOAMADOR

Radioamadorismo constitui ainda hoje um conceito nebuloso para a grande maioria da população. Os meios de comunicação de massa, muito naturalmente, só se referem a ele quando se torna notícia, como no caso das grandes catástrofes naturais, da localização de pessoas perdidas em conseqüência de acidentes aéreos ou marítimos, da procura de remédios raros mundo afora, ou da participação em atividades espaciais. Embora essas facetas distingam essa atividade de todas as que se relacionam ao amadorismo, as notícias contribuem pouco para uma visão global do que é o radioamadorismo. Coube à Editora da Universidade de São Paulo a iniciativa de oferecer ao público uma obra compreensiva na qual, mesmo com a limitação do espaço com relação à abrangência do tópico, todos os aspectos desta atividade são esclarecidos.

Assim sendo, embora vise principalmente à comunidade radioamadorística, aos futuros radioamadores em potencial, aos operadores do serviço de rádio-do-cidadão, aos estudantes interessados em complementar matérias teóricas com uma variedade de aplicações práticas, e aos técnicos envolvidos em serviços de telecomunicação e radiodifusão, este manual procurou utilizar linguagem acessível ao público em geral, interessado em integrar a um quadro coerente de conhecimentos os *spots* que recebe ocasionalmente nos veículos de comunicação de massa.

Pelo elevado número de suas facetas, o radioamadorismo é uma das atividades mais fascinantes e úteis que se possa imaginar, somente comparável nessa qualidade ao *hobby* da informática. Acontece que, enquanto existem sobre informática centenas

[redacted]

HANDBOOK DO RADIOAMADOR

edusp

IWAN TH. HALÁSZ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Halász, Iwan Thomas
Handbook do Radioamador / Iwan Thomas Halász. - São Paulo :
Editora da Universidade de São Paulo, 1993.

Bibliografia.
ISBN: 85-314-0082-1

1. Radioamador I. Título.

92-1841 CDD-621.38416

Índices para catálogo sistemático:

1. Radioamador : Comunicação : Engenharia 621.38416

Edusp - Editora da Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, Travessa J, 374
6º andar - Ed. da Antiga Reitoria - Cidade Universitária
05508-900 - São Paulo - SP - Brasil Fax (011) 211-6988
Tel. (011) 813-8837 / 818-4156 / 818-4160

Printed in Brazil 1993

Foi feito o depósito legal

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

Ao terminar a primeira edição do *Handbook do Radioamador*, criado especialmente para os radioamadores dos países de línguas ibéricas, desejamos agradecer a todos que, direta ou indiretamente, contribuiram à realização deste volume.

Em primeiro lugar, agradecemos ao professor Valdemar W. Setzer, PY2EH, responsável pela estação de radioamador da Universidade de São Paulo, PY2USP, pelo decidido apoio e perseverança para que este livro fosse editado pela Editora da USP, emprestando-lhe o prestígio de que goza esse conceituado centro educacional e cultural;

à National Aeronautics and Space Administration (NASA), e especialmente a Frank H. Bauer e a Patric Kilroy pelas informações exatas e atualizadas sobre satélites, por intermédio de seu Goddard Space Flight Center, em Greenbelt, Maryland;

à IARU, à IRTS, à RSGB, à CSVS e aos radioamadores G8DME, K2OLG, VK5LP, W3XO, W6ISQ, W0PW e PY2BBL pelos elementos das listagens de emissões-piloto (Item 13.4);

ao Dr. Ariosto R. de Souza, PT2BW, vice-presidente da Labre, por seu excelente trabalho sobre DXCC no Apêndice 1, pelo valiosíssimo relato de sua longa experiência em contatos com estações de rara oportunidade (Item 21.4), bem como por suas demais contribuições a este livro;

ao radioamador Dr. Camilo Sérgio A. Neto, PT2SC, pelo envio de numerosas idéias para o item ''Prática Operacional em Fonia e Telegrafia'' (Item 21.8);

ao professor Antônio Hélio Guerra Vieira, da Universidade de São Paulo por ter-me permitido assistir ao primeiro contato com o primeiro satélite

norte-americano no dia 1º de fevereiro de 1958, no Instituto Astronômico e Geofísico da USP, despertando o interesse em radiocomunicações espaciais (Item 14.1);

ao colega radioamador Giocondo Romanini Neto, PY2CDS, pelo trabalho sobre as três bandas de ondas decamétricas atribuídas pela Conferência Mundial Administrativa de Rádio WARC 79 ao serviço de radioamador, objeto de sua palestra proferida em 13 de julho de 1989, no ciclo de palestras via rádio da LABRE nacional (ver Apêndice 2);

ao colega radioamador Mário Jorge de O. Tavares, PY5CDL, pela sua valiosa contribuição ao item ''Efeitos Biológicos de Radiação'' (Capítulo 18);

ao colega radioamador Glauco Sidnei Fornari, PW8PW, pelas suas informações relativas ao *tuner-tuner* (Item 9.7);

ao presidente da Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão - LABRE, Dr. Iran Maia Junior, PT2CW, por ter escolhido nosso livro para dar início à ''Biblioteca LABRE'', o primeiro em 57 anos de história da agremiação, possibilitando o desenvolvimento do radioamadorismo no Brasil e nos demais países de línguas ibéricas;

ao presidente da Rede de Emissores Portugueses (REP), Dr. Carlos Nunes, CT1CDL, por sua iniciativa de intercâmbio total de publicações entre sua entidade e a LABRE, que era o primeiro passo para co-patrocinar este livro, e que também incentivou as conclusões do Item 21.1;

ao Dr. Ronald Eisenwagner, OE3REB, presidente da liga austríaca ÖVSV, e a sua esposa Beatrix, pelas informações completas sobre o funcionamento dessa liga (Item 21.1).

Agradecemos aos inúmeros radioamadores que enviaram sugestões para enriquecer este livro;

aos dirigentes das revistas e jornais que publicaram meus artigos por quinze anos, por ter aberto as colunas de suas publicações para que pudéssemos tomar o mais amplo contato com os problemas que afligem, já há sete décadas, o radioamadorismo de nosso país.

Para terminar, devo ressaltar um crédito bem merecido aos colegas radioamadores que nos auxiliaram na revisão dos manuscritos deste livro.

Pela edição e revisão, ao colega radioamador Dr. Ariosto Rodrigues de Souza, PT2BW, vice-presidente da LABRE, já citado anteriormente.

Pela revisão parcial, aos colegas radioamadores:

engenheiro Walter Curt Lenz, PY2GPI;

professor José Lahor Filho, PY2CLK;

e Giocondo Romanini Neto, PY2CDS.

CÓDIGO DO RADIOAMADOR*

PRIMEIRO: O radioamador é atencioso e ponderado... Conscientemente ele jamais usará sua estação para prejudicar a atividade dos demais colegas ou de alguma forma que possa diminuir-lhes a satisfação em operar.

SEGUNDO: O radioamador é leal... Ele oferecerá sua lealdade, encorajamento e apoio a seus companheiros, ao seu rádio clube local e à sua Liga Nacional, através da qual o radioamadorismo é representado.

TERCEIRO: O radioamador é progressista... Ele manterá sua estação no nível do conhecimento científico, conservando-a bem instalada e eficiente. Sua prática operacional deverá ficar acima de qualquer censura.

QUARTO: O radioamador é amistoso... Transmitir lenta e pacientemente, quando solicitado; aconselhar amigavelmente e orientar o principiante; prestar gentil assistência e colaboração; considerar e cooperar com o interesse alheio - estas são as marcas do espírito radioamadorístico.

QUINTO: O radioamador é equilibrado... O rádio é seu *hobby*. Ele nunca permitirá que o seu passatempo interfira em quaisquer de seus deveres e obrigações domésticas, profissionais, escolares ou que tenha para com a sua comunidade.

SEXTO: O radioamador é patriótico... A sua estação e o seu conhecimento estarão sempre disponíveis e a serviço do seu país e de sua comunidade.

* Concebido originalmente em 1928 pelo radioamador norte-americano Paul M. Segal, W9EEA, esse código foi adotado como oficial, em escala mundial, por votação unânime, na X Assembléia Geral da IARU - Região 2, realizada em 1989, em Orlando, Flórida. Tradução autorizada pelo Dr. Ariosto Rodrigues de Souza, PT2BW, vice-presidente da LABRE e *liaison officer* com a IARU.

PREFÁCIO

Ao encabeçar o primeiro *Handbook do Radioamador* em quase sete décadas de história do radioamadorismo brasileiro, não podemos deixar de prestar nossa homenagem póstuma ao radioamador e engenheiro eletricista norte-americano Francis Edward Handy, W1BDI, por muitos anos gerente de comunicações da ARRL, que, partindo da idéia de um "Manual do Departamento de Comunicações", projetado para 32 páginas, completou, depois de um ano de trabalho, em 1926, a primeira edição de *The Radio Amateur's Handbook*, que se tornou, nas décadas que passaram, um conceito mundial como fonte fidedigna de informações sobre a matéria, renovada todos os anos desde aquela época, hoje sob o nome de *The ARRL Handbook*.

Os objetivos principais do presente *handbook* brasileiro são: dar ao público uma visão ampla sobre o que é radioamadorismo; fornecer aos estudantes de eletricidade, eletrônica e telecomunicações, das universidades e das escolas técnicas, amplo leque de subsídios para a complementação de seus estudos; gerar interesse pelo radioamadorismo em grande número de curiosos, especialmente na nova geração; abrir os horizontes de radioamadores carentes de informações por tantas décadas devido à falta de conhecimento de idiomas estrangeiros; colocar na perspectiva adequada os conceitos com os quais os radioamadores são obrigados a lidar diariamente no exercício de seu *hobby*; erradicar falácias que pulularam pelas faixas de radioamadores devido à falta de uma fonte de referência acessível e fidedigna; fornecer amplo material relativo aos tópicos de maior interesse, que jamais foram publicados em línguas ibéricas, bem como proporcionar às ligas, aos clubes, às associações e aos grêmios dos países dessas línguas subsídios para se atualizarem e se dinamizarem.

Em resumo, este *handbook* tem o condão de iniciar a transferência dos radioamadores dos países de línguas ibéricas para o Primeiro Mundo, suprindo uma lacuna de sete décadas e formando uma base sólida para as publicações subseqüentes que pretendemos lançar ao longo dos anos.

Iwan Th. Halász, PY2AH

APRESENTAÇÃO

A nova administração nacional da LABRE, eleita em setembro de 1988, tem a satisfação de apresentar aos radioamadores brasileiros, de outros países da América Latina, da Espanha, de Portugal e das demais nações de língua portuguesa, o primeiro livro de sua biblioteca: *Handbook do Radioamador*, de autoria do engenheiro Iwan Thomas Halász, PY2AH. Cabe ressaltar que esta obra, publicada pela Edusp, é o primeiro *handbook* brasileiro destinado aos aficionados de rádio, desde a fundação da LABRE.

Com a carência de livros técnicos originais para a área de radioamadorismo nas línguas portuguesa e espanhola, esta obra preenche uma lacuna significativamente importante e pretende ampliar o crescimento e a disseminação da prática radioamadorística, cuja evolução pode ser considerada modesta nesses últimos setenta anos, sobretudo na América do Sul.

Embora o livro possa ser aproveitado mesmo por curiosos, que só através dele poderiam vir a interessar-se por radioamadorismo, este ''manual'' contém informações úteis que podem ter passado despercebidas até aos radioamadores mais adiantados.

Conquanto o livro procure condensar o maior número de informações e orientações em seus diversos capítulos, o autor procurou aliviar a matéria com retrospecto aos pontos altos da história do radioamadorismo mundial.

O Dr. Iwan Halász é colaborador atuante da nova LABRE, tanto através de palestras técnicas proferidas para seus associados, como por meio do fornecimento de subsídios atualizados sobre variados campos do radioamadorismo de vanguarda e mais sofisticado.

Tratando-se de uma primeira edição do *Handbook do Radioamador*, a obra pode ter suas falhas e limitações, embora jamais tenha pretendido abranger

todo o escopo da prática operacional radioamadorística. Nesse sentido, caberia lembrar que a primeira edição norte-americana de *The Radio Amateur's Handbook*, publicada em 1926, tinha pouco mais de duzentas páginas.

Já considerado este *handbook* como símbolo marcante da nova LABRE, a sua administração nacional congratula-se com a comunidade dos aficionados de rádio e reafirma sua persistente determinação de levantar o nível operacional do radioamadorismo brasileiro para mantê-lo sempre no padrão dos países mais desenvolvidos.

Brasília, 30 de outubro de 1990.

Iran Maia Junior, PT2CW
Presidente

Ariosto R. de Souza, PT2BW
Vice-presidente

IN MEMORIAM

Eis como seria uma entrevista atualizada com o primeiro radioamador brasileiro: padre Roberto Landell de Moura, falecido em 1928.

Dezessete Perguntas e Respostas sobre o Radioamadorismo no Início do Século.

Ao tomar conhecimento do lançamento do primeiro *Handbook do Radioamador*, editado no Brasil, o padre Roberto Landell de Moura recebeu o autor do *handbook* em seu *shack*, ao lado da casa paroquial, entre um aglomerado de componentes e montagens, e concedeu-lhe a seguinte entrevista exclusiva.

Pergunta: Enquanto os outros pioneiros experimentavam com transmissores e receptores separados, um no local de transmissão e o outro no local de recepção, você partiu logo para transceptores conjugados. Por quê?

Padre Roberto: A finalidade de minhas experiências era a comunicação. E toda comunicação deve ser bilateral. Nada nos adiantava tentar comunicar pelo rádio em um sentido, para ter resposta via linha telefônica. Se já é usada a linha telefônica, não faria sentido nos esforçarmos com o rádio, pois a própria linha já permitia a comunicação bilateral.

Pergunta: Estou vendo que você operou logo com transceptores duobanda. E não eram como os de VHF/UHF, com proporção de freqüências de um para três, mas nos dois extremos do espectro de ondas eletromagnéticas: abaixo de 1 MHz e acima de centenas de terahertz.

Padre Roberto: Lembre-se de que em 1904 eu não dispunha nem de válvulas eletrônicas, nem de transistores para produzir energia de radiofreqüência ao longo de todo o espectro. Tive que me satisfazer com a produção de energia por meios puramente elétricos (faiscagem com a bobina de Ruhmkorff) e com a emissão de luz (excitação do tubo de Crookes pela alta tensão do enrolamento secundário do transformador de Ruhmkorff).

Pergunta: Como você chegou à idéia de alimentar um tubo de Crookes com a bobina de Ruhmkorff?

Padre Roberto: Eu sempre tive fascinação por transmitir fonia em lugar de telegrafia. Uma das experiências que fiz nesse sentido foi alimentar o primário da bobina de Ruhmkorff com a bateria através de um microfone eletromecânico com diafragma de metal, que tocava uma barra de metal, ao invés do manipulador, a fim de modular a faiscagem no secundário. Mas a experiência não deu resultado aproveitável.

Pergunta: Por quê?

Padre Roberto: Acontece que não somente o contato brusco entre o diafragma de metal e a barra, mas também a faiscagem totalmente irregular introduziram distorção intolerável na modulação de áudio, o que impossibilitou a compreensão da voz na recepção. Posso dizer que a DHT (Distorção Harmônica Total) ultrapassou a casa dos 80%.

Pergunta: Foi por isso que você substituiu o centelhador pelo tubo de Crookes?

Padre Roberto: Exatamente. O tubo de Crookes prometeu uma variação mais linear da intensidade de emissão com a modulação. O preço que tive de pagar por isso era que o alcance da comunicação foi limitado pela condição de visibilidade entre os pontos de transmissão e recepção, devido ao comprimento de onda da radiação luminosa. Estive operando com a luz azulada do tubo de Crookes, com comprimento de onda de 4 500Å (Ångström) - 450 nm (nanômetros). Por isto escolhi para os meus testes o trecho da avenida Paulista ao Alto de Santana, em linha de visibilidade, numa distância de 8 km.

Pergunta: Você calculou sua freqüência de operação?

Padre Roberto: Claro que calculei. Antes de tudo, converti a velocidade da luz em nanômetros por segundo:

300 000 km/s
300 000 000 m/s
300 000 000 000 mm/s
300 000 000 000 000 μm/s
300 000 000 000 000 000 nm/s

Depois dividi este número por 450 nm, obtendo como resultado 6,6 x 10^{14} Hz, ou seja, 660 THz, aproximadamente. É realmente um número assustador.

Pergunta: Roberto, você acabou de dizer que uma das experiências de transmitir fonia era com a bobina de Ruhmkorff. Qual foi a outra?

Padre Roberto: Para produzir ondas moduladas por voz, que não fossem de luz como o tubo de Crookes, e que não tivessem a distorção elevadíssima causada pelas ondas amortecidas como no Ruhmkorff, e não dispondo ainda, na época, de válvulas eletrônicas amplificadoras, que somente foram inventadas em 1906 por Lee de Forest, eu só dispunha de duas opções: o alternador de Alexanderson e o arco voltaico de Poulsen, ambos capazes de produzir ondas não-amortecidas, que permitem modulação sem distorção apreciável.

Acontece que a construção do alternador de Alexanderson teria exigido grandes investimentos, especialmente de ordem mecânica, e sua modulação teria sido bem mais difícil. Por outro lado, o arco voltaico pode ser realizado por meios amadorísticos, e sua modulação é fácil.

Assim, minha escolha recaiu sobre o arco voltaico, que apresenta resistência negativa, compensando as perdas de resistência do circuito e possibilitando a manutenção de amplitude de oscilação em nível constante.

Pergunta: Como você fez modular o arco voltaico?

Padre Roberto: Alimentei o arco voltaico com uma tensão de 40 V. Ele puxou aproximadamente a 10 A. Fiz um bocal de forma cônica, concentrando o fluxo de ar vibrante produzido pela voz sobre o arco. Com a variação da pressão de ar, variou a corrente que atravessava o arco, transformando o CW de onda não-amortecida, produzido pelo arco, em onda modulada em amplitude, conforme a voz. O índice de modulação não era muito elevado, porém a recepção era bem inteligível com a galena. O preço que tive que pagar por isso era uma potência de entrada de 400 W.

Pergunta: Era possível também a demodulação da luz emitida pelo arco voltaico com a célula de selênio?

Padre Roberto: Claro que era possível dentro da linha de visibilidade. Porém, esta não era a minha finalidade principal, pois o alcance das ondas eletromagnéticas não-amortecidas era muito maior, porque não dependia da linha de visibilidade.

Pergunta: Os seus transceptores, objetos das patentes norte-americanas 775 337 e 775 546, ambos de 22 de novembro de 1904, apresentam fios de cobre sobre o tubo de Crookes e uma grelha metálica sobre a placa base, que pode ser considerada uma espécie de plano de terra vertical. Isto quer dizer que você aproveitou também ondas eletromagnéticas não luminosas?

Padre Roberto: Você acertou. Para aproveitar as faíscas da bobina de Ruhmkorff, que alimentou o tubo de Crookes, utilizei esta antena que denominei, na época, "aparelho de ondas luminosas eletromagnéticas".

Pergunta: Mas, nesse caso, o lóbulo de irradiação máxima não foi para os lados do monopolo, mas na própria direção do monopolo. Como foi possível isto?

Padre Roberto: Foi devido ao seu dimensionamento. Ao invés de compará-la com o monopolo vertical de um quarto de onda com plano de terra, como você fez em sua pergunta, eu a compararia com a *wave antenna* ou com antenas helicoidais, todas também com irradiação preferencial na direção axial. Em outras palavras, ela deve ser considerada *end fire*, e não *broadside*.

Pergunta: Como você chegou à idéia do oscilador telegráfico?

Padre Roberto: Quando captamos a telegrafia do centelhador da bobina de Ruhmkorff com o coesor/descoesor, era dificílimo distinguir "marca" de "espaço" e ainda mais difícil distinguir traço de ponto. Assim, fui obrigado a projetar um oscilador de áudio, cujos sinais seriam ligados/desligados pelo coesor/descoesor.

Pergunta: Como você fez um oscilador de áudio sem utilizar uma válvula amplificadora, que, como você já mencionou, só foi inventada dois anos mais tarde, em 1906, por Lee de Forest?

Padre Roberto: Em vez de fazer a realimentação com amplificação eletrônica, eu a fiz com amplificação elétrica. Esta idéia de amplificação elétrica não era nova. Ela foi utilizada desde 1896 na Europa, no que nós chamamos de telefone-difusão. Colocaram vários microfones na ópera ou no estúdio, a cada microfone foi ligado um fone, cada fone excitou vários outros microfones, formando um sistema amplificador/distribuidor, que alimentou a linha telefônica dos assinantes do serviço.

É óbvio que não se podia aumentar o número de estágios amplificadores em cascata, pois a distorção harmônica ter-se-ia tornado intolerável. Mas utilizando, por exemplo, dez microfones no estúdio e cada fone alimentando dez microfones secundários, haveria cem microfones alimentando a linha telefônica de mil assinantes, que era suficiente para atender à demanda. Como se vê, este foi o precursor da radiodifusão sonora antes do advento da válvula termoiônica. Daqui ao meu oscilador de áudio foi um passo.

Tinha um microfone de carvão muito sensível e um fone de ouvido bem eficiente. Como resultado destas duas características, pude realimentar, com o fone de ouvido, energia maior do que a que ele necessitava para produzir o som original no microfone. Bastava ligar os dois à bateria e ao coesor/descoesor para ouvir os sinais de telegrafia em tom de áudio interrompido.

Pergunta: Como você escolheu a freqüência de áudio a ser ouvida?

Padre Roberto: Entre o fone de ouvido e o microfone de carvão, havia uma câmara de ressonância, de forma cônica. Esta, todavia, tinha pouca influência sobre a freqüência de oscilação que foi determinada pelas freqüências de ressonância do fone e da membrana do microfone. Assim, só pude influir na freqüência através destes dois elementos.

Pergunta: Você utilizou seu gerador de áudio também como *side tone* na transmissão?

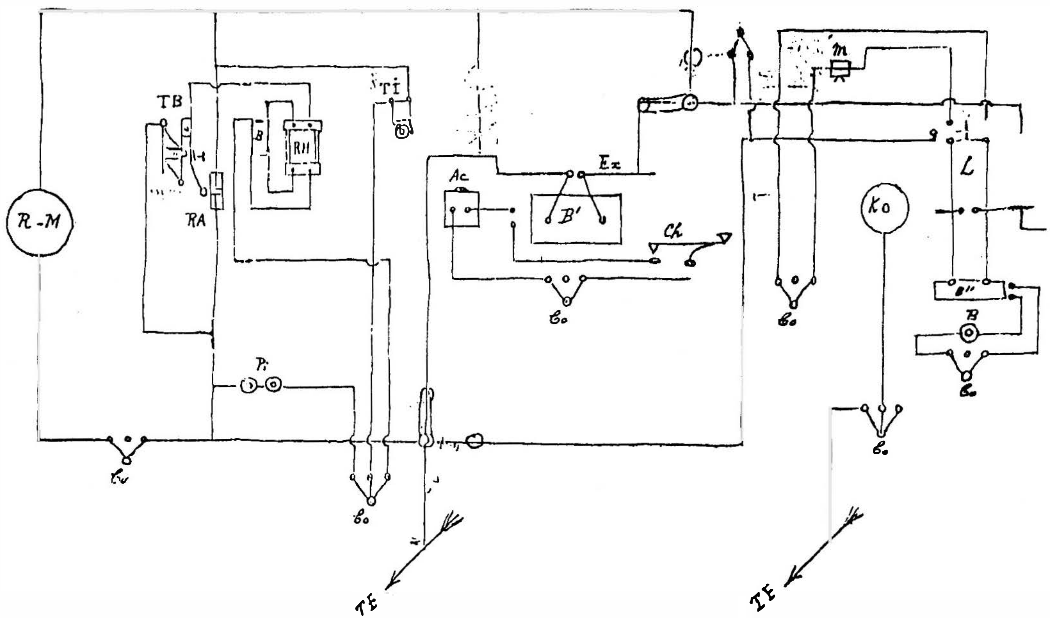
Padre Roberto: Claro que utilizei. Como você sabe, é muito difícil transmitir telegrafia sem ouvir o som dos traços e pontos transmitidos. Assim, eu simplesmente liguei o conjunto fone/microfone em paralelo com o primário da bobina de Ruhmkorff, alimentado pela mesma bateria e pelo mesmo manipulador. Era uma beleza transmitir ouvindo o *side tone*.

Pergunta: Roberto, mesmo depois de implantar a rede de estações radiotelegráficas costeiras em 1912, com oito estações, desde Fernando de Noronha até Junção, no Rio Grande do Sul, você jamais explorou comercialmente suas patentes e invenções. Como você explica isto?

Padre Roberto: A continuação do desenvolvimento, na época, exigiu grandes investimentos, especializações técnicas e estrutura empresarial-industrial, para garantir a rentabilidade, reinvestimento em pesquisas e captação de novos recursos. Quem partiu para esta linha foi Marconi, através de sua empresa The Marconi Company, sediada na Inglaterra. Ele era um empresário nato, que conseguiu levantar todos os recursos por todos os meios para assegurar o capital necessário à continuação das experiências, que eram muito custosas e cujos investidores não podiam esperar o retorno de seu capital a curto prazo.

Pergunta: Nós gostaríamos de ilustrar esta entrevista com alguns desenhos de seu transceptor, do microfone metálico e do oscilador telegráfico. Você poderia nos emprestar os desenhos?

Padre Roberto: Pois não. Você pode levar estes desenhos, e também a cópia da minha patente norte-americana n. 775 846, que me assegurou direitos por dezessete anos, até 1921, que, porém, como você bem observou, jamais foi explorada comercialmente. Assim, o custo das patentes e os honorários para o meu agente de patentes era um péssimo investimento. Afinal de contas, quem não nasceu para ser empresário, jamais será um bom empresário. Eu tenho sangue de radioamador, mentalidade de radioamador, curiosidade de radioamador e me orgulho de ter sido o primeiro radioamador brasileiro. Para você, um dos meus inúmeros sucessores, desejo muito sucesso com o seu *handbook*.



Podemos identificar no desenho original:

TB - campainha que bate no coesor/ descoesor

RA - coesor/descoesor de Branly

B - bobina de indução

RH - receptor de harmônicos

Pi - pilhas elétricas

Co - comutadores

TI - timpana elétrica

Ac - acumulador

B' e B'' - bobinas de Ruhmkorff

Ex - excitador

Ch - manipulador

m - fone de ouvido

Ko - ondulador

L - lâmpada catódica de Crookes

B - bobina primária de induçào do gerador Ruhmkorff

TE - terra

Fig. PRLM 1 O "transceptor" do padre Landell de Moura.
(Transmissor Ruhmkorff e receptor Branly conjugados)

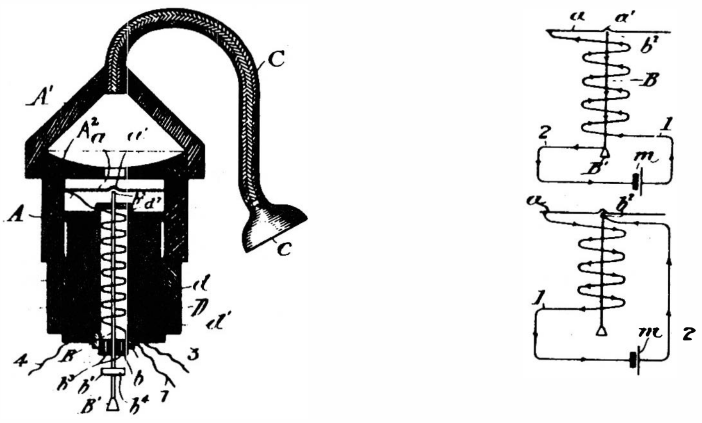


Fig. PRLM 2 O microfone de metal inventado por Landell de Moura. As ondas sonoras provenientes do bocal *C*, de 6", atingem a membrana *a'*, cujo centro cônico toca no pino *a*. A bateria *m* é ligada à membrana *a* e ao pino, através de um indutor *I*.

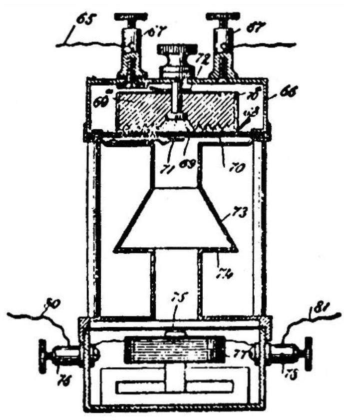


Fig. PRLM 3 O oscilador eletroacústico do padre Landell de Moura.
Podemos identificar, entre outros:

77 - bobina do fone
75 - membrana do fone
73 - câmara acústica e concentrador de pressão de ar
68 - membrana do microfone
69 - pó de carvão

Completando o circuito 65-80 e 67-81 com a bateria de pilhas, o dispositivo entra em oscilação.


THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

Whereas Roberto Landell de Moura, of New York, N. Y.

HAS PRESENTED TO THE Commissioner of Patents A PETITION PRAYING FOR THE GRANT OF LETTERS PATENT FOR AN ALLEGED NEW AND USEFUL IMPROVEMENT IN

Wireless Telegraphs,

A DESCRIPTION OF WHICH INVENTION IS CONTAINED IN THE SPECIFICATION OF WHICH A COPY IS HEREUNTO ANNEXED AND MADE A PART HEREOF, AND HAS COMPLIED WITH THE VARIOUS REQUIREMENTS OF LAW IN SUCH CASES MADE AND PROVIDED, AND

Whereas UPON DUE EXAMINATION MADE THE SAID CLAIMANT IS ADJUDGED TO BE JUSTLY ENTITLED TO A PATENT UNDER THE LAW.

NOW THEREFORE THESE Letters Patent ARE TO GRANT UNTO THE SAID Roberto Landell de Moura, his HEIRS OR ASSIGNS FOR THE TERM OF SEVENTEEN YEARS FROM THE twenty-second DAY OF November ONE THOUSAND NINE HUNDRED AND four THE EXCLUSIVE RIGHT TO MAKE, USE AND VEND THE SAID INVENTION THROUGHOUT THE UNITED STATES AND THE TERRITORIES THEREOF.

In testimony whereof I have hereunto set my hand and caused the seal of the Patent Office to be affixed at the City of Washington this twenty-second day of November in the year of our Lord one thousand nine hundred and four and of the Independence of the United States of America the one hundred and twenty-ninth.

F. I. Allen
Commissioner of Patents.

Fig. PRLM 4 A patente norte-americana n. 775 846 de Landell de Moura, intitulada "Transmissor de Onda", datada de 22 de novembro de 1904 e válida até 21 de novembro de 1921.

ABREVIATURAS

AC Alternating Current: corrente alternada.

AFSK Audio Frequency Shift Keying: o tipo de modulação onde o tom de áudio é comutado entre duas freqüências de áudio, correspondendo à marca e ao espaço da informação digital a ser transmitida.

ALINS Amsat Launch Information Network Service: proporciona cobertura mundial, ao vivo, durante as atividades espaciais de radioamadores.

AM Amplitude Modulation: tipo de emissão onde a amplitude da onda de radiofreqüência varia com a modulação.

AMSAT The Amateur Radio Satellite Corporation: coordena o programa espacial de radioamadorismo desde 3 de março de 1969.

AMTOR Amateur Teleprinting Over Radio: técnica de transmissão em radioteletipo que utiliza técnicas de correção de erros, introduzida por Peter Martinez, G3PLX.

AOS Acquisition of Signal: o momento quando os sinais de satélite pela primeira vez chegam à estação, após emergir sobre o horizonte.

ARRL American Radio Relay League: a maior e mais avançada associação de radioamadores do mundo.

ASCII American Standard Code For Information Interchange: padrão utilizado para codificar caracteres alfanuméricos e de controle em comunicações digitais.

ATV Amateur TV: meio de comunicação visual em UHF, com largura de faixa igual a de televisão. Pode operar em linha de visibilidade ou através de repetidora ATV.

AX-25 Protocolo utilizado em comunicação Packet Radio de radioamadores.

BBS Bulletin Board System: sistema computadorizado onde mensagens e arquivos podem ser armazenados para outros usuários.

dB Decibel: exprime a relação entre duas grandezas da mesma dimensão física, em função logarítmica.

dBd Ganho de antena sobre dipolo.

dBi Ganho de antena sobre antena isotrópica.

dBk Valor de potência usando quilowatt como referência.

dBm Valor de potência usando miliwatt como referência.

dBW Valor de potência usando watt como referência.

DC Direct Current: corrente contínua.

DHT Distorção Harmônica Total.

DOSAAF Agência paraestatal russa que, entre outras atribuições, patrocina os lançamentos de satélites amadores.

EHF Extra High Frequency: ondas milimétricas.

EIRP Effective Isotropic Radiated Power: potência do lóbulo principal, ou seja, o produto da potência injetada na antena e do seu ganho sobre a antena isotrópica.

EME Earth-Moon-Earth: significa contato por reflexão lunar (*moonbounce*).

EQX Equator Crossing: instante em UTC e longitude oeste do cruzamento equatorial.

ERP Effective Radiated Power: potência do lóbulo principal, ou seja, o produto da potência injetada na antena e de seu ganho sobre a antena dipolo.

ESA European Space Agency: agência européia de atividades espaciais.

FAX Abreviatura popular de fac-símile.

FCC Federal Communications Commission: autoridade de telecomunicação dos Estados Unidos.

FEC Forward Error Correction: sistema grupal do AMTOR.

FM Frequency Modulation: tipo de emissão, na qual a freqüência da onda portadora varia em função da modulação.

FOT Freqüência Ótima de Trabalho: tradução francesa e portuguesa da Optimum Working Frequency (OWF), situada entre a Maximum Usable Frequency (MUF) e a Lowest Usable Frequency (LUF).

FSK Frequency Shift Keying: ver AFSK

HF High Frequency: ondas decamétricas.

JAMSAT Filiada japonesa da AMSAT.

LF Low Frequency: ondas quilométricas.

LHCP Left Hand Circular Polarization: polarização circular conforme rosca à esquerda.

LOS Loss of Signal: instante quando se perde o contato com o satélite, por este mergulhar abaixo do horizonte.

LUF Lowest Usable Frequency: mais baixa freqüência utilizável.

MF Medium Frequency: ondas hectométricas.

MUF Maximum Usable Frequency: mais alta freqüência utilizável.

NASA National Aeronautics and Space Administration: autoridade espacial dos Estados Unidos.

NASDA National Aeronautics and Space Development Agency: autoridade espacial do Japão.

OSCAR Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio: associação fundada em 1960 na cidade de Sunnyvale, Califórnia, para a construção e para lançamento de satélites amadores. Foi substituída em 1969 pela AMSAT.

PEP Peak Envelope Power: amplitude máxima obtida com qualquer combinação de sinais.

PLL Phase Lock Loop: elo realimentado em fase.

PSK Phase Shift Keying: manipulação por deslocamento de fase.

Q Índice de qualidade de um circuito ressonante.

RAAN Right Ascension of Ascending Node: elemento kepleriano que representa a posição do nódulo ascendente no equador celeste.

RCA Radio Club Argentino.

REP Rede dos Emissores Portugueses, liga nacional dos radioamadores de Portugal.

RFI Radio Frequency Interference: interferência causada em receptores de rádio.

RHCP Right Hand Circular Polarization: polarização circular seguindo rosca à direita.

RMS Root Mean Square: valor efetivo de tensão ou de corrente (mas não de potência).

ROE Relação de Ondas Estacionárias: tradução de VSWR (Voltage Standing Wave Radio), ou seja, a proporção entre o valor máximo e mínimo de tensão numa linha de transmissão de, no mínimo, um quarto de onda de comprimento.

RS-232-C Interface serial padrão estabelecida pela Electronic Industries Asso-

ciation (EIA) entre o terminal e o *modem*, utilizando-se conectores de 25 pinos.

RSGB Radio Society of Great Britain: liga de radioamadores do Reino Unido.

Rx Receptor.

SAREX Satellite Amateur Radio Experiment: experiências executadas por radioamadores a bordo de espaçonaves.

SHF Super High Frequency: ondas centimétricas.

SINAD Relação entre o sinal essencial e a soma de ruído e distorção, expressa em decibéis.

S/N Signal to Noise Ratio: relação entre sinal e o ruído, expressa em decibéis.

SSP Subsatellite Point: o ponto diretamente abaixo do satélite em certo instante, expresso em latitude e longitude.

SSTV Televisão com resolução e com número de quadros reduzidos, acomodada em largura de faixa de voz, que permite sua transmissão a grandes distâncias com o mesmo equipamento transceptor de radioamador destinado a comunicações verbais.

SWR Standing Wave Ratio: ver VSWR.

TNC Terminal Node Controller: dispositivo que compõe e decompõe mensagens em Packet Radio.

TVI Television Interference: interferência em receptores de televisão.

Tx Transmissor.

UHF Ultra High Frequency: ondas decimétricas.

UTC Coordinated Universal Time, hora mundial baseada na hora média de Greenwich.

VFO Variable Frequency Oscillator: oscilador de freqüência variável.

VHF Very High Frequency: ondas métricas.

VLF Very Low Frequency: ondas decaquilométricas.

VSWR Voltage Standing Wave Radio: ver também ROE.

VUAC VHF/UHF Advisory Committee da ARRL.

VXO Variable Crystal Oscillator: oscilador de cristal variável dentro de certos limites.

WEFAX Abreviatura popular de fac-símile meteorológico.

INTRODUÇÃO

Este livro, embora redigido em português, foi concebido para os radioamadores dos países de línguas ibéricas, pois acreditamos que mesmo os radicados em países de língua espanhola possam tirar proveito dele ainda que com pequena dificuldade lingüística.

Nosso livro pretende ser o pioneiro em um novo estilo de *handbook*, até agora inexistente na história do radioamadorismo. Da mesma forma que algumas escolas, que, além das matérias obrigatórias, se esforçam para dar aos alunos "educação integral", esta obra, além das matérias básicas específicas, se propõe a oferecer "informação integral" ao radioamador. E este esforço se evidencia pela escolha e distribuição das matérias, bem como pela inclusão de grande número de informações correlatas.

É óbvio que os radioamadores aspirantes aos degraus mais altos do radioamadorismo não deixarão de adquirir o *handbook* da ARRL e as demais publicações daquela liga norte-americana, desde que dominem a língua inglesa. Os radioamadores dos países de línguas ibéricas, interessados em publicações daquele nível, em sua grande maioria, dominam aquele idioma.

É sabido que os *handbooks* da ARRL dedicam uma parte considerável a conhecimentos fundamentais, como as leis da eletricidade, circuitos elétricos, princípios de válvulas eletrônicas e de dispositivos de estado sólido, técnicas e linguagem de desenhos técnicos de eletricidade e eletrônica etc. Somente essas matérias de caráter geral, e não específicas do radioamadorismo, ocupam 130 páginas do manual norte-americano. Evidentemente não é possível condensar 130 páginas em 25 sem prejudicar sua utilidade, além de ocupar grande parte do espaço deste livro com material que já se encontra disponível nos idiomas espanhol e português com toda a extensão que o radioamador possa

desejar. Assim, achamos de bom alvitre dedicar as páginas deste livro às matérias específicas de radioamadorismo que o leitor não encontra em outros livros de línguas ibéricas.

Em lugar de um capítulo de elementos de eletricidade e eletrônica, achamos mais útil dedicar o primeiro capítulo aos futuros radioamadores, proporcionando-lhes todas as informações básicas para que possam decidir sobre o seu eventual ingresso no radioamadorismo, pois uma atividade tão importante para o desenvolvimento tecnológico das nações merece ter uma porcentagem maior de participantes de sua população, do que apenas algumas dezenas de radioamadores em cada cem mil habitantes.

A linha principal de conduta foi dar aos leitores uma visão ampla, tanto do enquadramento do serviço de radioamador no contexto dos demais serviços de radiocomunicações, quanto dos regulamentos internacionalmente adotados, equipamentos, antenas e linhas de transmissão, diplomas internacionais, comunicações espaciais, propagação, interferência e associações de classe.

Além desses tópicos, freqüentemente objetos de colocações equivocadas, procuramos neutralizar falácias que pululam pelas faixas de radioamadores, bem como já deixar respondidas perguntas freqüentes a nós dirigidas durante os últimos quinze anos.

Mesmo quando poderiam parecer meras divagações, como no artigo 19.2, abrangendo uma enorme gama de aspectos e de precedentes, a finalidade é fazer chegar ao leitor uma série de informações, das mais variadas, necessárias à formação de uma cultura radioamadorística, as quais, porém, em si não justificariam a inclusão de um artigo específico. Ao mesmo tempo, procuramos demonstrar a estreita interligação dos vários conceitos que surgem na vida diária de um radioamador.

Esforçamo-nos para estruturar este livro de forma a assegurar um bom aproveitamento aos radioamadores de todos os níveis, dedicando mais espaço àquelas matérias que os colegas dos países de línguas ibéricas mais carecem por falta de material informativo.

Em relação aos tópicos de nível elevado, procuramos construir as "escadas" para dar acesso a sua compreensão mesmo a pessoas de poucos conhecimentos técnicos, como é o caso de grande número de radioamadores.

Na área de montagens, com vistas à disponibilidade de materiais, concentramo-nos, ao invés de transceptores, nos acessórios da estação, antenas e instrumental, que são mais condizentes com as possibilidades atuais da maioria dos radioamadores.

Embora nos capítulos envolvendo regulamentos, os exemplos citados sejam da situação no Brasil, nas matérias técnicas, especialmente nas comuni-

cações espaciais e nas freqüências úteis a serem memorizadas nos equipamentos, os dados fornecidos se referem a todos os países de línguas ibéricas, principalmente os situados na Europa, na África e na América.

Procuramos evidenciar, aos leitores, um dos motivos do atraso do radioamadorismo em países sul-americanos, bastando, para isso, que comparem a atuação dos radioamadores das estações-chave nos Itens 20.1 e 20.2.

Este livro é inédito; não é tradução nem adaptação de qualquer *handbook* editado em qualquer outro país. É natural que ele se diferencie muito do *handbook* norte-americano, e é até possível que, para o uso de radioamadores de países de línguas ibéricas, a presente obra venha a ensejar inegáveis vantagens. Cada um deve oferecer o melhor que pode ao seu próprio universo de leitores.

Foi por este motivo, e com vistas à situação econômica de muitos radioamadores dos países de línguas ibéricas, que incluímos muitas informações que deveriam fazer parte de um outro manual, do *handbook* de operação. Assim, os leitores obtêm em um só volume as informações dos dois manuais, além de parte do *handbook* de antenas e do *handbook* de satélites.

Ainda mais. Fomos obrigados a incluir, nesta primeira edição, matérias sobre importantes e recentes acontecimentos do radioamadorismo mundial, para preencher a lacuna deixada pela falta de revistas sobre radioamadorismo à altura em países de línguas ibéricas, e que de nenhuma outra maneira chegariam ao conhecimento de largas camadas de radioamadores desses países. De qualquer forma, estaremos recebendo de bom grado sugestões e lembretes de todos os que desejarem melhorar este livro nas futuras edições, e que acreditam poder contribuir para o seu aperfeiçoamento.

1. O RADIOAMADORISMO E O RADIOAMADOR

1.1 O que é Radioamadorismo?

Radioamadorismo é um dos mais fascinantes, versáteis e instrutivos *hobbies* científicos, e teve início com os transmissores e receptores de telegrafia em ondas curtas. Hoje, já incorpora todos os aspectos de alta tecnologia envolvidos na construção, lançamento, rastreamento e operação de satélites, e entra na época dos veleiros solares a transmitir em órbita lunar.

Com quase oito décadas de atuação e com sua freqüente contribuição ao desenvolvimento tecnológico do mundo (a utilização do efeito Doppler para localização mundial pelo SARSAT foi concebida pelos radioamadores durante a operação do OSCAR-6 e OSCAR-7), os radioamadores conquistaram o respeito dos governos e a admiração de largas camadas da população. É obrigação de todo radioamador zelar pela manutenção desse respeito e dessa admiração.

1.2 Quem são os Radioamadores?

Por definição consagrada oficialmente há décadas, o radioamador é a pessoa que utiliza ondas eletromagnéticas por interesse pessoal em experiências e em comunicações de âmbito mundial com outras pessoas de interesses similares, sem finalidades lucrativas.

Inexistindo política, racismo, religião ou negócio na prática de radioamador, e tendo contatos em tempo real, o radioamadorismo une seu adepto com todos os outros no planeta - inclusive com os solitários nas regiões ártica e antártica, com aqueles a bordo de balões transoceânicos, bem como com os

que se encontram fora de nosso planeta (os que servem de tripulantes das estações orbitais soviéticas e dos ônibus espaciais norte-americanos) - e é, por isto, chamado de "Um Mundo sem Fronteiras".

1.3 Como se Tornar um Radioamador?

O radioamadorismo requer, para se tornar sério, um número de conhecimentos básicos, que, por sua vez, cresce rapidamente com a prática durante os anos, especialmente através de leituras e de contatos com outros radioamadores, amplamente facilitados em escala mundial, devido aos meios de comunicação oferecidos pelo próprio *hobby*.

Muitos radioamadores começaram como radioescutas (em alguns países, isto até é um requisito básico para a ingressão no radioamadorismo) e se familiarizaram com os hábitos de operação, fraseologia, terminologia, equipamentos, antenas, condições de propagação e outros conhecimentos úteis.

Para obter o certificado de habilitação do radioamador, é necessário prestar exame perante a autoridade à qual compete a fiscalização dos serviços de telecomunicações (no Brasil, o Ministério das Comunicações).

A necessidade de exames (que alguns chamam de barreiras) é óbvia: se alguém obtivesse habilitação e licença sem qualquer esforço (aqui não conta o esforço financeiro para a aquisição do equipamento, que é recuperável mediante a venda), não cuidaria ciosamente de manter-se dentro dos regulamentos, pois não teria esforço investido, posto a perda total. Esse esforço para o ingresso é a melhor garantia da disciplina que reina nas faixas de radioamador.

Desde o início do radioamadorismo mundial, os exames para a admissão ao serviço de radioamador constituíram-se em provas de regulamentos, de radioeletricidade e de transmissão e recepção em código Morse.

1.4 A Prova de Regulamentos

Como em qualquer outra atividade, a primeira prova é a dos regulamentos. É a mesma que um motorista amador deve prestar antes da prova prática, um mestre amador deve prestar antes da prova de navegação e um piloto privado deve prestar antes de obter a licença para os vôos de treinamento.

Para a prova de legislação atinente ao radioamadorismo, convém estudar o regulamento e as normas para a execução do serviço de radioamador, bem como as instruções específicas, em grande parte encontradas nas apostilas compiladas pela ASMC, disponíveis nas delegacias regionais das autoridades competentes.

É natural que em cada país os regulamentos e as normas sejam diferentes, assim, não há possibilidade de entrar em detalhes. Aproveitamos, pois, o ensejo para abordar aspectos importantes dos regulamentos do serviço de radioamador.

Há algumas regras básicas que, na opinião do autor, deveriam ser almejadas pelas ligas nacionais de radioamadorismo para serem incluídas nos respectivos regulamentos.

Entre essas regras podemos citar:

a. em ondas decamétricas (entre 3 e 30 MHz), exigir de todas as classes, inclusive das de menores privilégios, a capacidade de recepção de sinais em código Morse, com a única facilidade em 80 m conforme Item *c*, abaixo;

b. sem prova de telegrafia em código Morse, a título de incentivo de uso, franquear para a classe ''técnico'' ou ''comunicador'', unicamente as faixas que necessitam ser urgentemente povoadas por operadores:

1. em ondas métricas, as bandas de 50 a 54 MHz (que poderemos perder para a radiodifusão em FM) e de 220 a 225 MHz (que poderemos perder para o serviço limitado);

2. em ondas decimétricas e centimétricas a banda de 902 a 928 MHz (que poderemos perder para a televisão em UHF e para a telefonia móvel), bem como todas as faixas acima de 1 GHz (cuja ocupação é muito mais rápida por outros serviços de rádio do que pelos radioamadores);

3. em ondas hectométricas, a banda de 1 800 a 1 850 kHz (que poderemos perder para a radiodifusão em AM);

c. da classe novato, para operar na banda decamétrica de 3 500 a 3 800 kHz, na banda métrica de 144 a 148 MHz e na banda decimétrica de 430 a 440 MHz, exigir ao menos o reconhecimento de sinais em código Morse sem limite de tempo, necessário para a identificação de estações repetidoras;

d. nos países onde as classes avançada e de amador extra somente estão diferenciadas da classe geral por privilégios de faixas, introduzir subfaixas por classes como nos regulamentos norte-americanos;

e. nos países onde a banda de 430 MHz só tem 10 MHz de extensão, proibir a operação em ATV abaixo da freqüência de 902 MHz, a fim de não prejudicar todos os outros tipos de emissão.

1.5 A Prova de Radioeletricidade

Entre os radioamadores, os não-radioamadores e os que pensam em se tornar eventualmente radioamadores, surge freqüentemente a pergunta: por que os radioamadores são obrigados a prestar prova de radioeletricidade se pou-

quíssimos deles podem construir seus próprios transmissores? Citam ainda o exemplo dos motoristas amadores que não são obrigados a prestar exame sobre elementos de mecânica de automóvel. O meu ponto de vista a respeito é que há uma separação enorme e muito importante entre serviços de radiocomunicação canalizados (serviço rádio do cidadão, serviço limitado, serviço telestrada, serviço móvel marítimo, serviço móvel aéreo etc.) e serviços de radiocomunicação experimentais (serviço de radioamador e serviço especial para fins científicos e experimentais). Nos primeiros não se exige conhecimentos técnicos de radioeletricidade dos operadores, porém eles são obrigados a operar com o equipamento e sistema irradiante constantes da licença e conforme as condições de operação estipuladas pela mesma. Assim, para um permissionário de serviço limitado substituir sua antena por tipo diferente, ele deve mandar elaborar um novo projeto, o engenheiro autor do projeto deve recolher no CREA a taxa - Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) -, e, juntando o recibo ART, deve requerer à delegacia regional do Ministério das Comunicações a aprovação do novo projeto, com a conseqüente emissão de nova licença que incorpora a alteração no sistema irradiante.

Os permissionários dos serviços experimentais não necessitam disso, pois eles têm ampla liberdade e flexibilidade dentro dos limites constantes de sua licença, e podem proceder a alterações sob sua própria responsabilidade. Para assegurar sua capacidade de arcar com essa responsabilidade, no serviço experimental para fins científicos e experimentais, deve existir um profissional habilitado responsável, e no serviço de radioamador, considerado serviço de rádio pessoal, o próprio permissionário deve comprovar que domina os conhecimentos básicos de radioeletricidade para poder-se responsabilizar pela execução de um serviço de radiocomunicação experimental.

A liberdade implícita de um serviço de radiocomunicação experimental tem o seu custo: na área profissional, um engenheiro responsável, e na área de radioamadorismo, a capacidade comprovada de conhecimentos de radioeletricidade do próprio titular da estação.

Em outras palavras, na administração do espectro de radiofreqüências, assim que uma emissão ultrapassa os limites dos dispositivos de radiação de alcance restrito (telefones sem cordão, abridores de portão de garagem etc.), alguém tem responsabilidade técnica pelas condições de operação. No caso de serviços canalizados, o responsável é o órgão de administração pública de telecomunicações, que aprovou o projeto elaborado pelo engenheiro do permissionário desde que a estação operasse conforme as características técnicas constantes do projeto e da licença, que é baseada no projeto aprovado. No caso dos serviços experimentais, a responsabilidade técnica pelas condições de

operação fica com o permissionário, seja com o engenheiro responsável pelo serviço especial para fins científicos e experimentais, seja com o radioamador habilitado no serviço de radioamador.

Como se vê, o assunto nada tem a ver com o fato de o radioamador poder ou não construir seu próprio transmissor, e sim com a responsabilidade técnica pelas condições de operação com as quais a estação penetra o espaço no espectro de radiofreqüências.

Além dos aspectos de responsabilidade pela utilização do espectro de radiofreqüências, há um outro motivo forte para exigir as provas de radioeletricidade dos candidatos ao serviço de radioamador. Por definição estabelecida há mais de setenta anos, uma das finalidades principais do serviço de radioamador é o treinamento próprio e mútuo, expressa no atual regulamento brasileiro do serviço de radioamador (capítulo II, artigo 2º) como serviço de radiocomunicações realizado por pessoas autorizadas que se interessem pela radiotécnica, tendo por objetivo *a intercomunicação, a instrução pessoal* e *os estudos técnicos*. Ora, para cumprir com essas finalidades, é indispensável possuir uma base de conhecimentos teóricos elementares, objeto da prova de radioeletricidade.

Quanto aos tipos de testes aplicados nas provas de radioeletricidade, existem as dificuldades óbvias. Para poder padronizar os testes entre os diversos órgãos examinadores, é inevitável elaborar uma lista grande de questões. Existindo lista de questões, é inevitável que candidatos com boa memória decorem todas as respostas sem entender nada do que respondem.

Vivemos, todavia, na era do computador. Da mesma forma que há programas de computadores que treinam o candidato a radioamador com eficiência e variedade muito maior do que qualquer professor, as perguntas sobre radioeletricidade também poderão ser geradas por programa de computador, situação em que o examinador tem a liberdade de inserir as variáveis livremente, o que impossibilita a memorização dos resultados pelo candidato.

O primordial é o ensinamento eficiente de conhecimentos de radioeletricidade aos candidatos. Se faltarem os livros e as revistas que transmitam os conhecimentos técnicos mínimos necessários para executar um serviço experimental, o candidato deverá insurgir-se contra isso, e não contra a existência do exame.

1.6 A Prova de Telegrafia

A terceira prova é a de transmissão e de recepção auditiva de sinais em código Morse. Na realidade, a prova de transmissão é supérflua, pois, se uma

pessoa comprova receber auditivamente transmissão em código Morse com velocidade "v", ele com toda a certeza é capaz de transmitir em código Morse com a mesma velocidade "v" ou, muito provavelmente, com velocidade bem maior. O motivo é de explicação fácil: na transmissão, o candidato tem tempo para premeditar o que vai transmitir, mas, na recepção, não há como adivinhar o que vai receber.

Embora a prova de transmissão manual e de recepção auditiva de telegrafia seja considerada ultrapassada por muitos, as provas de telegrafia são amplamente justificadas pelos seguintes motivos:

a. telegrafia por interrupção de onda portadora é o meio mais barato e mais eficiente para transmitir mensagens, com menor potência, desde que as demais condições sejam equivalentes;

b. o radioamador freqüentemente necessita reconhecer a identificação de radiofaróis, emissões-piloto, repetidores, satélites e outras emissões apenas identificadas por sinais em código Morse;

c. o radioamador nunca sabe se vai ser envolvido em uma situação em que, por falta de microfone, defeito no estágio modulador ou insuficiência de potência, o seu único meio para irradiar uma mensagem seja através da interrupção da portadora, conforme o código Morse.

Para o aprendizado fácil e rápido de telegrafia em sinais de código Morse, o candidato a radioamador tem à sua disposição um extenso leque de opções:

a. Programa Morse Tutor da ARRL ou os programas Morse Man Plus, da Renaissance Development, destinados ao computador IBM/PC-XT/AT e compatíveis.

b. uma ou mais das quatro fitas minicassetes da ARRL, para 5-10, 10-15, 15-22 e 13-14 palavras por minuto;

c. fitas minicassetes (de #19 até #40) da ARRL, desde a fita de novato (de 5 até 22 palavras por minuto), para treinamento durante o tempo em que o radioamador está na direção do carro;

d. disco e fitas preparadas por radioamadores;

e. transmissões para treinamento de telegrafia da ARRL, nas versões lenta ou rápida, nas freqüências de 1,818; 3,5815; 7,0475; 14,0475; 18,0975; 21,0775 e 28,0775 MHz; da estação W1AW;

f. treinamento de telegrafia de outras ligas, associações ou clubes, via rádio ou em sala de aula;

g. treinamento por radioamadores voluntários via rádio ou por radioamadores instrutores em aula particular, individual ou em grupos;

h. oscilador telegráfico e manipulador próprio que, junto a um gravador

de fita magnética, permitem ao candidato treinar a si mesmo nas horas vagas, tentando copiar, de fita, sua própria transmissão gravada no dia anterior;

i. quem pretende mais tarde operar seriamente em telegrafia pode adquirir o The Morse Machine da Advanced Electronic Applications, que contém também treinador para a prática de grupos de caracteres aleatórios com velocidade variável e será de grande utilidade em contestes de CW.

Com a incrível sofisticação dos equipamentos possibilitados pelos circuitos integrados, nem sequer é necessário adquirir aparelho adicional para o aprendizado de telegrafia. Alguns controladores de data multímodo como o MFJ-1278, além de todos os modos, contêm também um gerador aleatório de caracteres destinados ao aprendizado de telegrafia que exibe o caracter na tela ao mesmo tempo que o emite de um pequeno alto-falante externo. A velocidade de transmissão pode ser selecionada à vontade, o peso ponto/espaço pode ser selecionado em 255 valores, e pode também ser escolhido o método Farnworth, o qual, em velocidade abaixo de quinze palavras por minuto, gera os caracteres com formato igual àquele que tivesse velocidade de quinze palavras por minuto (aumentando intervalo entre caracteres), facilitando a transição futura para velocidades maiores. O radioamador pode ouvir o som enquanto acompanha os caracteres na tela, ou pode desligar a tela, copiar os caracteres e depois comparar o que copiou com a tela ligada.

É impossível enumerar todos os recursos oferecidos para aprender código de telegrafia. Mas um fato é absolutamente certo: com qualquer um dos sistemas acima, e com um pouco de interesse, o candidato pode chegar, partindo da estaca zero, até cinco palavras por minuto (em outros países será correspondente à classe novato, mas, no Brasil, à classe B) num período relativamente curto, dependendo do interesse do candidato em aprendê-la.

Existem duas categorias principais de radioamadores. A primeira pratica telegrafia em seus contatos nas faixas. A outra jamais pôs a mão em um manipulador de telegrafia desde que passou nas provas de admissão ou promoção.

Sendo a prova de telegrafia o principal obstáculo para que muitos candidatos ingressem no serviço de radioamador, muitos até afirmam que seriam incapazes de aprender a transmitir e a receber em código Morse, e sendo este capítulo destinado aos leitores que ainda não se tornaram radioamadores, tomamos a liberdade de transcrever o depoimento espontâneo de um desses candidatos, que somente depois de algumas décadas, e por insistência de amigos, resolveu submeter-se às provas de admissão, e que jamais em sua vida tivera um contato sequer com telegrafia nas faixas. Eis o seu depoimento:

O motivo de eu não praticar telegrafia na faixa é unicamente uma questão de velocidade: em fonia, eu consigo transmitir até trezentas palavras por minuto (muitas vezes meus interlocutores me pedem para reduzir a velocidade, pois não conseguem copiar a seqüência rápida de palavras), enquanto com telegrafia não chegaria nem a uma décima parte dessa velocidade.

O único uso que tenho para os meus conhecimentos de telegrafia é de reconhecer emissões-piloto, radiofaróis, chamadas gerais, identificação de repetidoras, valores de telemetria de satélites e sinais similares. Todavia, não precisaria mais do que duas semanas de prática para copiar com dez palavras por minuto, se tivesse necessidade ou utilidade.

Agora os leitores certamente me perguntarão como aprendi telegrafia. Comecei assistindo às aulas na LABRE, duas vezes por semana. Depois de duas semanas, vi que o progresso era muito lento para mim. Pedi emprestado um mini cassete com o curso de PY2TV, comecei a copiá-lo, arranjei um exemplar da *Learning the Radiotelegraph Code*, da ARRL, que fez um agrupamento prático de letras para facilitar o aprendizado (ver Fig. 1.1). Passei a transmitir os exercícios com um oscilador de áudio, para um minicassete, com a finalidade de copiar minha própria transmissão no dia seguinte. Também transmiti para a fita artigos de jornal, para eu mesmo copiá-los, identificando meus próprios erros.

Quando voltei à LABRE depois de ter "cabulado" duas semanas de aulas, o professor percebeu logo que eu estava muito à frente dos demais participantes da classe. O resultado foi que "cabulei" mais duas semanas de aulas, e quando compareci à LABRE para assistir à última aula, antes do exame de admissão à classe B (que na época ainda eram oito palavras por minuto), o professor sentenciou: "você já passou no exame". Ele tinha razão. O processo inteiro, aprendizado e prova, levou exatamente seis semanas.

Sob a alegação de que o código Morse é ultrapassado, e de que a barreira de acesso ao radioamadorismo, constituída por ele, deveria ser substituída por outra, mais condizente com a nossa época, houve clamor a favor de sua substituição pela prova de tecnologia digital.

Atendendo a esses clamores, e a título experimental, o Departamento de Comunicações do Canadá ofereceu aos candidatos ao serviço de radioamador a opção de prova de elementos da tecnologia digital em vez da prova de transmissão e de recepção auditiva em código Morse. Acontece que o número de candidatos que optaram pela prova digital foi insignificante, e a esmagadora maioria dos candidatos preferiu enfrentar a prova de código Morse[1].

Com os resultados da experiência canadense, a FCC norte-americana nem sequer experimentou introduzir a prova digital, todavia se mostrou receptiva às sugestões da liga norte-americana ARRL para dispensar as provas de

1. Listagem completa dos sinais em código Morse no Apêndice D.

● ● ● ● ●	5	titititititi
▬ ▬ ▬ ▬ ▬	0 (zero)	tátátátátá
●	E	ti
▬	T	tá
● ▬	A	titá
● ▬ ●	R	titáti

● ● ●	S	tititi
● ▬ ● ●	L	titátiti
● ● ▬	U	tititá
▬ ▬ ● ▬	Q	tátátitá
● ▬ ▬ ▬	J	titátátá

● ● ● ●	H	titititi
▬ ▬ ▬	O	tátátá
▬ ●	N	táti
▬ ● ▬ ●	C	tátitáti
● ● ● ▬	V	titititá

● ●	I	titi
▬ ● ● ●	B	tátititi
▬ ● ▬ ▬	Y	tátitátá
● ▬ ▬ ●	P	titátáti



Fig. 1.1 Agrupamento das letras do alfabeto para maior facilidade de aprendizado do código Morse em grupos de letras. Com cada grupo adicional, aumenta o número de palavras que podem ser formadas com as letras já aprendidas.

código Morse a candidatos cuja classe não lhes permitisse operar em ondas decamétricas.

Assim sendo, foi implantada pela FCC dos Estados Unidos, através da adoção do Docket 90-55, a partir de 14 de fevereiro de 1991, a nova classe de técnico. Os permissionários dessa classe *codeless* podem operar livremente acima da freqüência de 30 MHz, isto é, nas bandas métricas, decimétricas e centimétricas, que devem ser povoadas por radioamadores com a maior urgência para que não sejam perdidas para outros serviços antes de serem utilizadas com regularidade por radioamadores (os norte-americanos já perderam parte da banda de 220 MHz para o serviço de entrega de encomendas UPS e os radioamadores de muitos outros países perderam dois terços de sua banda de 420 a 450 MHz para outros serviços na conferência WARC'79).

1.7 Quanto Custa Implantar e Equipar uma Estação?

A esse respeito, há variações enormes. Há radioamadores que montaram seu transmissor de telegrafia e de AM em base de um televisor velho valvulado - utilizando dele a fonte de alimentação, a válvula de saída horizontal e mais

um par de válvulas - e adaptaram um velho receptor de onda média por meio de um conversor para ondas curtas, com oscilador de batimento para CW e SSB, utilizando-o como freqüência intermediária de 1 600 kHz.

No outro extremo, temos radioamadores que já investiram mais de 200 mil dólares em equipamentos[2], dispondo de 1 kW em 2 m e em 435 MHz, 200 W em 1,2 GHz, Packet Radio, SSTV, ATV, recepção de mapas meteorológicos em cores, torres que fazem inveja a estações profissionais, dezenas de pré-amplificadores, lineares, filtros, acopladores, cargas, atenuadores, sem falar de antenas, cujo número excede o do Boeing 747 (o Jumbo só tem dezessete antenas).

Com poucas exceções, os radioamadores se encontram em situação intermediária entre esses dois extremos. Cada um instala sua estação conforme seus interesses e suas possibilidades. É o mesmo que na marina, onde se encontram o barco a remo de 2 m do estudante e o iate de 30 m do grande empresário. Se alguém me pergunta quanto custa uma embarcação de esporte e recreio, só posso responder que se situa entre esses dois limites.

1.8 Em que Língua se Entendem os Radioamadores do Mundo?

Aos radioamadores é facultado transmitir em qualquer idioma vivo, e adicionalmente também em esperanto, latim e grego antigo, de acordo com seus conhecimentos de línguas e com os de seu interlocutor. Não há mesmo qualquer restrição a que radioamadores de um país se comuniquem entre si em idioma de outro país. É, todavia, proibida a utilização de qualquer linguagem cifrada, a não ser códigos autorizados pela autoridade fiscalizadora. Nos contatos internacionais, muito obviamente, predomina o idioma inglês, embora haja muitas rodadas em espanhol, italiano, francês, alemão e, às vezes, até em português.

Os que utilizam exclusivamente telegrafia não têm necessidade de conhecimento de línguas[3], pois as abreviações de telegrafia são internacionais, os códigos Q e Z.

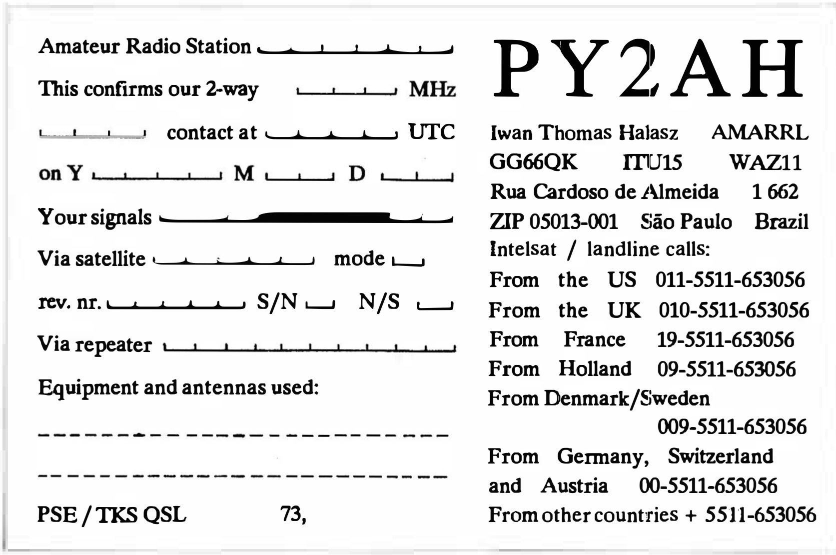
1.9 O Cartão de Visitas do Radioamador

O cartão de visitas do radioamador chama-se QSL. Ele costuma enviá-lo ao seu interlocutor pelo correio, ou através da rede mundial de *bureaux* de

2. Mais informações sobre equipamentos nos Capítulos 4 e 5.

3. Mais informações sobre a utilização de línguas, códigos e abreviações no Item 21.9 e nos Apêndices 5, 6 e 7.

QSL, para confirmar, de forma duradoura, o contato radiofônico ou radiotelegráfico realizado. O cartão[4] contém todas as informações essenciais relativas à comunicação realizada e serve como comprovante para a obtenção de diplomas.


Amateur Radio Station
This confirms our 2-way MHz
contact at UTC
on Y M D
Your signals
Via satellite mode
rev. nr. S/N N/S
Via repeater
Equipment and antennas used:
PSE / TKS QSL 73,

PY2AH
Iwan Thomas Halasz AMARRL
GG66QK ITU15 WAZ11
Rua Cardoso de Almeida 1 662
ZIP 05013-001 São Paulo Brazil
Intelsat / landline calls:
From the US 011-5511-653056
From the UK 010-5511-653056
From France 19-5511-653056
From Holland 09-5511-653056
From Denmark/Sweden 009-5511-653056
From Germany, Switzerland and Austria 00-5511-653056
From other countries + 5511-653056

Fig. 1.2 Cartão QSL do autor

1.10 As Horas dos Radioamadores

Mesmo num só país pode haver vários fusos horários. O Brasil tem quatro fusos horários, o México tem três, mas existem cinco nos Estados Unidos e dez na Rússia. Em comunicados internacionais entre radioamadores, a situação evidentemente ficaria ainda mais complexa, se não tivesse sido convencionada uma hora padrão internacional. O padrão adotado se chama UTC (ou Coordinated Universal Time, em inglês), anteriormente conhecido como Greenwich Mean Time (GMT). Utilizando a hora UTC, os radioamadores se entendem em escala mundial, independentemente da hora legal local ou do horário de verão em qualquer um dos países envolvidos.

O padrão é conhecido também como hora Z (Zulu), pois, tendo atribuído

4. Mais detalhes sobre os radiocartões ver Item 21.3.

a cada fuso horário uma das 24 letras do alfabeto (A até X, exceto J e Z), coube ao meridiano de Greenwich, tomado como hora de referência, a letra Z. A separação de 15° de longitude entre dois fusos horários adjacentes corresponde a uma diferença de uma hora.

Eis os fusos horários de maior interesse para os leitores de línguas ibéricas:

Longitudes de referência para hora legal local	Fuso horário legal	Cidades	Países ou Ilhas	Prefixos Atual	Prefixos Antigo	Conversão de UTC para hora legal (não de verão) horas	Conversão de hora legal (não de verão) para UTC horas
120°E	H	Macau	Macau	XX9	CR9	+8	-8
		Timor	Indonésia		CR8		
82°30'E	E/F	Goa	Índia	VU2	CR8	+5,5	-5,5
		Damao	Índia	VU2	CR8		
		Diu	Índia	VU2	CR8		
30°E	B	Lourenço Marques	Moçambique	C8/9	CR7	+2	-2
15°E	A	Madri	Espanha	EA	CR6	+1	-1
		Luanda	Angola	D2-3			
0°	Z	Lisboa	Portugal	CT		0	0
		Tenerife	Ilhas Canárias	EA8			
		Funchal	Ilha da Madeira	CT3			
		Bissau	Guiné-Bissau	J5	CR3		
15°W	N	Ponta Delgada	Açores	CU	CT2	-1	+1
		São Vicente	Cabo Verde	C4A	CR4		
30°W	O	Fernando de Noronha	Brasil	PY0		-2	+2
45°W	P	Brasília	Brasil	PY/PT		-3	+3
		Buenos Aires	Argentina	LU			
		Montevidéu	Uruguai	CX			
60°W	Q	La Paz	Bolivia	CP		-4	+4
		Assunção	Paraguai	ZP			
		Santiago	Chile	CE			
		San Juan	Porto Rico	KP4			
		Caracas	Venezuela	YV			
		Manaus	Brasil	PP8			
75°W	R	Lima	Peru	OA		-5	+5
		Quito	Equador	HC			
		Bogotá	Colômbia	HK			
		Havana	Cuba	CM			
		San Domingo	Rep. Dominicana	HI			
		Manágua	Nicarágua	YN			
		Cidade do Panamá	Panamá	HP			
		Rio Branco	Brasil	PT8			
90°W	S	Cidade do México	México	XE		-6	+6
		San Salvador	El Salvador	YS			
		San José	Costa Rica	TI			
		Cidade de Guatemala	Guatemala	TG			
		Tegucigalpa	Honduras	HR			
		Santa Cruz	Galapagos	HC8			

Nos trabalhos espaciais, especialmente com satélites de órbita sol-síncrona, o radioamador também deve conhecer o conceito de hora solar[5].

1.11 Os Direitos Humanos dos Radioamadores

Tratando-se de uma atividade dependente de autorização governamental e sujeita à fiscalização oficial, surgiram em vários países, especialmente em países sob regime totalitário ou tecnologicamente atrasados, em lugar de ligas que fornecessem aos radioamadores informações mundiais sobre o radioamadorismo, grupos que procuraram funcionar como "intermediários" entre os governos e os radioamadores, apresentando às autoridades os radioamadores como impúberes que só por eles podem ser "administrados" e alegando aos radioamadores que eles precisam pagar ao grupo por esta "administração".

Realmente, por algum tempo, muitos radioamadores consideravam as anuidades pagas a estes grupos como "imposto adicional" para poder executar o serviço de radioamador. Em alguns regimes totalitários, os atravessadores até conseguiram dispositivos legais para obrigar os radioamadores a pagar-lhes mensalidades, como se fossem uma extensão do poder público, porém a revolta contra esse estado de coisas aumentara tanto que estes dispositivos legais estavam entre os primeiros a serem derrubados com o advento das democracias.

Até no Brasil houve um breve interregno de ditadura radioamadorística com a chamada "filiação obrigatória", mas os direitos humanos foram restabelecidos pelo "acórdão" unânime da segunda turma do Tribunal Federal de Recursos, na apelação em mandado de segurança n. 97 505, que considerou esses dispositivos legais inconstitucionais. Não houve recurso contra o "acórdão" ao Supremo Tribunal Federal. Hoje, falar de "filiação obrigatória" é anacrônico, antipático e sinal de falta total de conhecimento da história do radioamadorismo (ver também Item 21.1).

Há democracias que vão ainda mais longe na salvaguarda dos direitos humanos. Elas não somente consideram que a autorização de funcionamento de qualquer serviço ou atividade de telecomunicação é poder indelegável do Estado, mas também reconhecem o princípio segundo o qual a permissão para executar serviço de radioamadorismo só diz respeito a autoridade concedente da permissão e ao permissionário. Elas facultam ao radioamador exigir sigilo sobre a sua identidade, assim que, além da existência de uma permissão com o seu indicativo, a autoridade não pode revelar seu nome ou seu endereço a quem quer que seja, nem sequer à liga de radioamadores do país.

5. Para conversão de hora legal para hora solar, ver Item 14.4.

Assim, por exemplo, a identidade de 1 a 2% dos radioamadores austríacos licenciados não é de conhecimento da liga austríaca, que coloca em seu *callbook*, no lado do indicativo, "nenhuma informação existente". Esses radioamadores nem figuram no *callbook* internacional de edição norte-americana. Por outro lado, aproximadamente 10% dos radioamadores austríacos, de identidade conhecida, deixaram de devolver à liga austríaca o formulário com sua autorização para figurar no *callbook*. Estes últimos, embora pelas leis da Áustria não possam ser divulgados pelo *callbook* austríaco (alegando "nenhuma informação disponível"), podem ser encontrados no *callbook* internacional, de edição norte-americana.

Pelos princípios dos direitos humanos, a supervisão e a fiscalização do poder público sobre o permissionário é privativa, sem qualquer possibilidade de sua delegação para terceiros, sejam quais forem estes.

Nos países em que radioamadores enfrentam problemas de segurança, o sigilo sobre a sua identidade é também importante. Conheço radioamadores brasileiros que, por motivos de prevenção a seqüestros e a assaltos, mandaram suprimir seus nomes e endereços das listas telefônicas, porém, os mesmos continuaram a ser publicados nas relações de radioamadores (*callbook*), tornando inócua qualquer medida de prevenção.

O princípio básico atual dos direitos humanos dos radioamadores é o reconhecimento do fato de que eles não são impúberes que necessitam de tutela, mas são livres no exercício da atividade dentro das leis e dos regulamentos do país e respondem por seus atos unicamente à autoridade concedente de sua permissão.

1.12 As Taxas

A grande maioria da sociedade só conhece a utilidade pública do radioamadorismo devido a sua atuação humanitária, obtenção rápida de remédios raros em escala mundial, atuações ocasionais em casos de sinistros, situações de emergência e calamidade pública, bem como apoio de comunicação em eventos esportivos.

Na realidade, o radioamadorismo tem funções sociais muito mais importantes e, não somente ocasionais, mas de relevância fundamental e duradoura para a sociedade moderna e para o desenvolvimento das nações: prepara e treina um grande contingente de candidatos em áreas essenciais para o desenvolvimento tecnológico, como em eletrônica, telecomunicações, informática aplicada e nas mais variadas áreas da tecnologia espacial; o radioamadorismo se auto-sustenta sem qualquer ônus para os cofres públicos e sem sobrecarregar

o sistema convencional de ensino. Ainda mais: os radioamadores vêm contribuindo para o desenvolvimento tecnológico, como é o caso, nas duas últimas décadas, da sofisticada área de satélites.

Em várias áreas, como, por exemplo, de veleiros solares, os radioamadores estão à frente da NASA, que, tendo investido todos os seus recursos em impulsão por foguetes, somente agora inicia seu trabalho com veleiros solares como meios inexaustíveis de propulsão para levar carga às futuras estações no planeta Marte.

A idéia de localização pelo sistema SARSAT/COSPAS, que já salvou mais de mil vidas no mundo, ocorreu aos radioamadores quando fizeram experimentação com os seus satélites OSCAR-7 e OSCAR-8.

No caso de aterrissagem forçada de aeronaves ou avaria na comunicação de embarcações, os radioamadores presentes, com sua experiência, freqüentemente podem improvisar contatos radiotelefônicos ou radiotelegráficos para indicar sua posição, permitir sua localização e solicitar ajuda.

É óbvio que uma atividade tão útil para o desenvolvimento das nações merece apoio. Existem até países em que o radioamadorismo é classificado como esporte e recebe o respaldo governamental devido às atividades esportivas.

O apoio ao radioamadorismo não conhece ideologias. O mesmo subsídio tecnológico concedido aos radioamadores russos pela DOSAAF também é proporcionado aos radioamadores japoneses pela NASDA e aos radioamadores norte-americanos pela NASA. Inexistem dúvidas de que, com este apoio, os três países estão investindo no futuro, embora já se encontrem em um nível tecnológico invejável.

Com toda essa manifestação de interesse pelo desenvolvimento do radioamadorismo nos países tecnologicamente mais avançados do mundo, é difícil conceber a política de países que dificultam e limitam o crescimento de uma atividade tão útil através de taxação elevada, o que atinge especialmente os jovens experimentadores, que representam o acervo mais importante para o desenvolvimento da nação a longo prazo e são ainda carentes de recursos financeiros devido ao estágio da vida em que se encontram, especialmente nos países em desenvolvimento.

Mesmo nos Estados Unidos, onde as condições econômicas dos interessados são mais favoráveis para a aquisição de equipamentos utilizados no serviço de radioamador, a sessão conjunta do Senado e da Câmara dos Deputados, na madrugada de 22 de novembro de 1989, aprovou a isenção de taxas de licença aos radioamadores. Se esta é a política para com os radioamadores dos Estados Unidos, com maior razão também deveria ser a dos países em

desenvolvimento, que necessitam ainda muito mais do papel exercido pelo radioamadorismo.

Por incrível que pareça, por motivo difícil de entender, em vários países de línguas ibéricas a política oficial é diferente: elevam-se taxas de instalação e de funcionamento até níveis tão altos que se tem a impressão de que eles desejam frear a expansão das atividades radioamadorísticas. A justificativa oficialmente adotada é a da política tributária para amealhar recursos, mas sua denominação mais apropriada seria política predatória, pois sufoca uma atividade essencial para uma nação que precisa se desenvolver.

2. O ESPECTRO DE RADIOFREQÜÊNCIAS

2.1 Panorama Mundial das Radiocomunicações

Desde que o padre Roberto Landell de Moura e outros pioneiros conseguiram estabelecer as primeiras transmissões e captações de sinais via rádio, a aplicação das radiocomunicações se diversificou de forma vertiginosa.

Durante as duas primeiras décadas do século, as radiocomunicações só eram efetuadas ponto a ponto, mas no início da década de 20, com base no sistema de telefone-difusão, mencionado na "entrevista" do padre Roberto Landell de Moura, veio ao empresário David Sarnoff, fundador da Radio Corporation of America, a idéia de utilizar uma estação transmissora para muitos receptores em poder do público, processo que ficou conhecido pelo nome de radiodifusão (*broadcasting*). Mais tarde, com o advento da televisão, a própria radiodifusão se desdobrou entre radiodifusão sonora (AM e FM) e radiodifusão de sons e imagens (TV).

Nas radiocomunicações, a divisão foi muito mais ampla. Basta enumerar algumas delas, conforme estão agrupadas no Regulamento Geral Brasileiro: serviço de radioamador, serviço de radioastronomia, serviço de radiodeterminação, serviço de radionavegação (radiofaróis), serviço especial para fins científicos e experimentais, serviço fixo, serviço fixo aeronáutico, serviço móvel terrestre, serviço móvel marítimo, serviço móvel aéreo, serviço de operações portuárias, serviço de radiolocalização (para objetos fixos).

Cabe mencionar que o serviço rádio do cidadão não tem classificação própria nas convenções da União Internacional de Telecomunicações e cai no âmbito do serviço fixo. O serviço móvel marítimo também não tem classificação própria nas convenções da União Internacional de Telecomunicações e se enquadra no conceito: "Móvel, exceto móvel aeronáutico".

Nesse ponto, cabe mencionar também uma regra fundamental e universal de telecomunicações. Cada estação de um certo serviço, com raríssimas exceções, só pode transmitir para outra estação do mesmo serviço. Assim, uma estação do serviço limitado só pode transmitir para outra estação de sua rede, também do serviço limitado, uma estação do serviço marítimo só para outra estação do serviço marítimo, uma estação do serviço aeronáutico só para outra estação do serviço aeronáutico, uma estação do serviço rádio do cidadão só para outra estação do serviço rádio do cidadão e uma estação do serviço de radioamador para outra estação do serviço de radioamador. Uma exceção a esta regra é o caso de calamidade pública, situação de emergência ou similares quando há perigo imediato à vida humana. E mesmo nesses casos, nenhuma estação de telecomunicação pode transmitir para o grande público, o que caracteriza a radiodifusão.

Outra regra fundamental e universal do mundo das telecomunicações é que uma estação de telecomunicação não pode transmitir música, pois sua finalidade não é a de divertimento, mas de comunicação. Por esse e por outros motivos, as únicas exceções, estações móveis e portáteis a serviço de emissoras de radiodifusão para fins de transmissões e reportagens externas, não são caracterizadas como estações de serviço de telecomunicação, mas como do serviço auxiliar de radiodifusão.

Tendo definido os serviços que utilizam o espectro de radiofreqüências, vamos verificar a designação de freqüências e os tipos de emissão. Para a designação das freqüências utilizadas em radiocomunicações e em radiodifusão, foi adotada, em caráter mundial, a seguinte nomenclatura: atribuída - para um determinado serviço (*allocation*); distribuída - para uma certa área geográfica (*allotment*); consignada - para uma certa estação (*assignment*).

As freqüências utilizadas nos serviços de radiocomunicações podem ser divididas nos seguintes grupos principais:

Comprimento de onda	Faixas de freqüências (limite inferior exclusive, limite superior inclusive)	Designações	Siglas	Exemplos
10km-100km	3 a 30 kHz	ondas miriamétricas	VLF	submarinos
1km-10km	30 a 300 kHz	ondas quilométricas	LF	radiofaróis
100m-1km	300 a 3000 kHz	ondas hectométricas	MF	ondas médias
10m-100m	3 a 30 MHz	ondas decamétricas	HF	ondas curtas
1m-10m	30 a 300 MHz	ondas métricas	VHF	televisão canais 2-13
10cm-1m	300 a 3000 MHz	ondas decimétricas	UHF	telefones móveis
1cm-10cm	3 a 30 GHz	ondas centimétricas	SHF	TV-Brasilsat
1mm-1cm	30 a 300 GHz	ondas milimétricas	EHF	radioastronomia
0,1mm-1mm	300 a 3000 GHz	ondas decimilimétricas	-	pesquisa espacial

Para designar as emissões radioelétricas, a Conferência Mundial Administrativa de Rádio (WARC '79) adotou um novo sistema que entrou em vigor em 1º de janeiro de 1982. A partir dessa data, todos os relatórios sobre comprovação técnica de emissões, sobre irregularidades de infrações e sobre interferências prejudiciais passaram a ser apresentadas de acordo com o novo método.

O sistema consta de nove caracteres, sendo: quatro para representar a largura de faixa, três para representar as características básicas, dois para as características adicionais facultativas, (quando inexistem, indicá-lo mediante traços). Os quatro caracteres representativos da largura de faixa são as letras H (Hertz), K (quilohertz), M (megahertz) e G (gigahertz). Entre estas letras, somente a H pode figurar em primeira posição, para larguras de faixa menor do que 1 Hz. Exemplo: H250 representa 0,25 Hz. As letras K, M e G ficam na posição das vírgulas correspondentes, como:

1K80 representa 1,8 kHz;

8M20 representa 8,2 MHz;

3G40 representa 3,4 GHz;

Em primeira posição não pode figurar o algarismo zero, mas unicamente um algarismo significativo ou a letra H.

Para nós, radioamadores, as características básicas são as de maior interesse. As características básicas de uma emissão de rádio são descritas por três símbolos:

a. primeiro símbolo: tipo de modulação da portadora principal;

b. segundo símbolo: natureza do(s) sinal(is) que modula(m) a portadora principal;

c. terceiro símbolo: tipo de informação a ser transmitida.

A modulação pode não ser levada em conta se for utilizada apenas por curtos períodos e de maneira casual (tais como para identificação ou chamada), sempre que não aumente a largura de faixa necessária.

2.1.1 Primeiro símbolo - tipo de modulação da portadora principal

Emissão de uma portadora não-modulada — N

Emissão na qual a portadora principal está modulada em amplitude (incluídos os casos em que as subportadoras tenham modulação angular):

a. faixa lateral dupla — A

b. faixa lateral única, portadora completa — H

c. faixa lateral única, portadora reduzida ou de nível variável R
d. faixa lateral única, portadora suprimida J
e. faixas laterais independentes B
f. faixa lateral residual ou vestigial C

Emissão na qual a portadora principal tem modulação angular:
a. modulação de freqüência F
b. modulação de fase G

Emissão na qual a portadora principal pode ter modulação de amplitude e modulação angular, simultaneamente, ou segundo uma seqüência preestabelecida D
Emissão de pulsos:
a. seqüência de pulsos não-modulados P
b. seqüência de pulsos
- modulados em amplitude K
- modulados em largura/duração L
- modulados em posição/fase M
- na qual a portadora é modulada em ângulo durante o período do pulso Q
- consistindo de uma combinação das técnicas precedentes ou produzida por outros meios V

As emissões, cuja portadora principal está diretamente modulada por um sinal codificado em forma quantificada (por exemplo, modulação por pulsos codificados), devem ser denominadas de acordo com os símbolos constantes acima para a modulação em amplitude e para a modulação angular.

Casos não abordados acima, em que uma emissão consiste da portadora principal modulada, simultaneamente ou segundo uma seqüência previamente estabelecida, numa combinação de dois ou mais dos seguintes modos:

amplitude, ângulo ou pulso W
Casos não previstos X

2.1.2 Segundo símbolo - natureza do(s) sinal(is) que modula(m) a portadora principal

Ausência de sinal modulador 0

Um só canal com informação quantificada ou digital, sem utilizar subportadora modulada	1
Obs.: exclui-se a multiplexação por distribuição no tempo.	
Um só canal com informação quantificada ou digital, com subportadora modulada	2
Um só canal com informação analógica	3
Dois ou mais canais com informação quantificada ou digital	7
Dois ou mais canais com informação analógica	8
Sistema composto, com um ou mais canais com informação quantificada ou digital, junto a um ou a mais canais com informação analógica	9
Casos não previstos	X

2.1.3 Terceiro símbolo – tipo de informação[1] a ser transmitida

Ausência de informação transmitida	N
Telegrafia (para recepção acústica)	A
Telegrafia (para recepção automática)	B
Fac-símile	C
Transmissão de dados, telemedida, telecomando	D
Telefonia (incluída a radiodifusão sonora)	E
Televisão (vídeo)	F
Combinação dos procedimentos anteriores	W
Casos não previstos	X

Quais são as emissões que podemos receber? A Lei n. 4 117/62, mais conhecida como Código Brasileiro de Telecomunicações, garante o sigilo das telecomunicações, definindo como crime a interceptação de emissões, exceto as das estações de radiodifusão e das estações de radioamadores.

No dia 8 de março de 1985, o então ministro das Comunicações, Haroldo Corrêa de Mattos, ampliou a gama de estações que podemos legalmente ouvir, definindo como interceptação de telecomunicações o ato de captar e recuperar informação dirigida a terceiro, transmitida em sinais de telecomunicações que transportem correspondência oficial, ou que sejam parte de correspondência pública bilateral, ou em qualquer caso, que sejam produzidos por sistemas ou equipamentos que mantenham o sinal confinado em meios físicos

1. Neste texto, a palavra "informação" não inclui informação de natureza constante e invariável como as que proporcionam emissões de freqüências padrão, radares de onda contínua ou de pulso etc.

ou em enlaces eletromagnéticos bem determinados, que impeçam a difusão multidirecional do sinal. Assim sendo, nos é permitido receber tudo, exceto as emissões de autoridades públicas, o serviço de telefonia pública e os enlaces de microondas.

Agora surge a pergunta, a partir de que limite as emissões de rádio necessitam de licença do poder público. Aqui chegamos aos regulamentos dos equipamentos de radiocomunicações de radiação restrita definidos pela norma 11/83, aprovada em 10 de novembro de 1983, com equipamentos homologados nas faixas de freqüências a eles designados.

Nessas aplicações, podemos citar:

- telefones sem cordão: até intensidade de campo de 10 000 uV/m, a 3 m de distância;
- audição em grupo: até intensidade de campo de 8 000 uV/m, a 30 m de distância;
- microfone sem fio e telemedição: até intensidade de campo de 50 uV/m a 15 m de distância.

As emissões além dos limites acima necessitam de licença do poder público

As autoridades que aprovam, no Brasil, os regulamentos relativos à radiodifusão e à telecomunicação são as seguintes: Congresso Nacional (códigos nacionais); Presidente da República (regulamentos); Ministro das Comunicações (normas); Departamento Nacional de Serviços Privados (instruções - emitidas no caso de necessidade de complementação dos dispositivos legais anteriores).

Como obter as autorizações para as emissões de radiofreqüência além dos limites dos equipamentos de radiação restrita?

No serviço rádio do cidadão, qualquer interessado pode requerer licença, pagando apenas a competente taxa de instalação, aliás exigência comum para quase todos os serviços. No serviço de radioamador, também qualquer interessado pode obter licença, prestando os exames exigidos. Nos serviços marítimos, aeronáuticos e similares, onde a segurança depende dos meios de radiocomunicações, qualquer interessado proprietário do veículo pode obter a licença.

Em outros serviços, como no serviço limitado, a outorga da licença depende de aprovação do projeto pela Ministério das Comunicações, com base nas diretrizes vigentes para o respectivo serviço.

No serviço de radiodifusão, a situação é bem diferente. Antes de tudo, deve existir um canal vago no "plano básico" do respectivo serviço, ou o

interessado deve viabilizar um canal novo, através de um estudo de viabilidade técnica elaborado por um profissional habilitado, comprovando que o canal proposto não irá interferir, quer de dia, quer de noite, em qualquer dos canais já existentes no plano, esteja ou não em uso o respectivo canal.

Independentemente de quem custeou o estudo de viabilidade técnica, só podem candidatar-se à concessionária ou à permissionária de serviços de radiodifusão entidades de direito público ou privado, como empresas ou fundações, sendo vedada a adjudicação a pessoas físicas.

Ao fazermos referência às taxas a serem recolhidas, mencionamos que quase todos os serviços de telecomunicações no Brasil estão sujeitos ao pagamento dessas taxas. Os únicos isentos são alguns serviços de comunicações unilaterais, como: emissão de freqüências padrão, emissão de sinais horários e emissão de boletins meteorológicos; enquanto outros serviços unilaterais, como emissões-piloto, estão sujeitos às taxas[2].

2.2 Novas Tecnologias para Melhor Aproveitamento do Espectro

O espectro de ondas eletromagnéticas é, infelizmente, finito, e várias partes de grande extensão e de grande importância já estão supersaturadas. Assim sendo, foram desenvolvidos sistemas de modulação em substituição aos tipos de emissão hoje existentes, destinados a reduzir a extensão ocupada do espectro. Entre esses sistemas, podemos citar: CCW (Coherent CW) para substituir o CW; NBVM (Narrow Band Voice Modulation) para substituir o SSB; e ACSB (Amplitude Compandored Single Sideband Modulation) para substituir o FM.

O maior problema enfrentado com a proliferação dos novos sistemas é que é muito difícil convencer fabricantes e radioamadores a investirem na produção e na aquisição de equipamentos, sem oferecer garantia de que serão seguidos por grande número de radioamadores do mundo, sem a qual todo o investimento seria perdido por impossibilidade de uso. Além da falta de garantia de um novo sistema encontrar aceitação e utilização generalizada, paira sobre ele a ameaça óbvia de se tornar obsoleto pela comunicação digital.

Uma dessas ameaças já se materializou. Ela se chama Packet Radio e é capaz de enviar ao destinatário grande número de informações em segundos ou em frações de segundo, permitindo que a mesma freqüência seja compartilhada por centenas ou milhares de estações, fazendo a economia do espectro de radiofreqüências em *time sharing basis*.

2. Mais detalhes sobre taxas no Item 1.12.

Nos itens seguintes, os dois novos sistemas de modulação análogos são abordados, o NBVM e o ACSB, enquanto o Capítulo 15, ''Comunicações Digitais'', aborda o CCW e o Packet Radio.

2.3 NBVM: Narrow Band Voice Modulation

O sistema de modulação NBVM foi desenvolvido pelo Dr. Richard W. Harris, da Universidade do Pacífico, de Stockton, Califórnia, junto aos radioamadores J. F. Cleveland, WB6CZX, e Thomas Lott, VE2AGF/W6, este último, canadense, também residente na Califórnia.

O princípio do NBVM pode ser explicado pela seguinte frase: EFICIENTE TRANSMISSÃO PROPORCIONA EFICIENTE RECEPÇÃO. Vamos separar as vogais da frase: EIIEE, AIÃO, OOIOA, EIIEE e EEÃO. Agora, separemos as consoantes: FCNT, TRNSMSS, PRPRCN, FCNT, RCPÇ.

Como os leitores podem perceber, das vogais não entendemos nada, porém das consoantes entendemos ao menos três palavras. Embora as consoantes sejam, como vimos no exemplo acima, muito mais importantes do que as vogais para a boa inteligibilidade, uma pessoa gasta em sua voz 20 a 25 dB mais energia, ou seja, entre 100 e 316 vezes a mais nas vogais do que nas consoantes. O sistema NBVM elimina esse absurdo e reforça as consoantes para estabelecer um equilíbrio lógico de energia entre vogais e consoantes.

A ocorrência de vogais e consoantes jamais é simultânea, assim que as consoantes, devidamente amplificadas, podem ser dobradas nos espaços deixados entre vogais, reduzindo a banda passante de 2 400 Hz, necessária para a SSB comum, para 1 500 Hz (alta qualidade), para 1 200 Hz (boa inteligibilidade) ou para 1 000 Hz (inteligibilidade satisfatória).

Quem captar transmissão de NBVM em lateral superior com receptor SSB comum, deve passar para a banda lateral inferior (a fim de ouvir as consoantes dobradas), sintonizar o receptor 3 kHz mais acima (que é a freqüência de tradução) e ajustar a sintonia fina para melhor inteligibilidade.

A empresa Henry Radio, da Califórnia, até anunciou o transceptor NBVM na primeira página da revista *QST*, de fevereiro de 1979, mas não obteve repercussão.

2.4 ACSB: Amplitude Compandored Single Sideband Modulation

Atualmente, o tipo de emissão mais utilizado em VHF e UHF é o FM. Ele não é muito crítico a ajustes de freqüência, não sofre de desvanecimento e de ruídos - desde que tenha uma intensidade de campo suficiente - e pode ser

operado por leigos, que dificilmente entenderiam a função do clarificador. Todas essas vantagens do FM de comunicação custam um espaço de 15 kHz no espectro de radiofreqüências.

No mesmo espaço do espectro, podem acomodar-se quatro canais de SSB. Procurou-se, pois, um sistema que introduzisse no SSB as vantagens do FM sem aumentar a largura de faixa ocupada. A solução encontrada foi o ACSB. A alma deste sistema é uma portadora, geralmente na freqüência de 3,1 kHz e com um nível de potência de 10 dB abaixo da potência-pico de modulação.

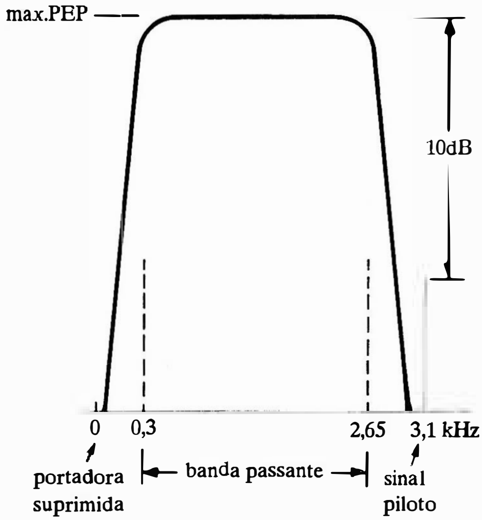


Fig. 2.1 A banda passante e o sinal piloto da ACSB.

Esta portadora, filtrada na recepção (que só necessita de uma faixa de 300 a 2 500 Hz para a transmissão de voz humana), tem três funções:

a. ela mantém o receptor automaticamente na freqüência exata, pois sua freqüência é comparada a um oscilador interno de referência num circuito PLL. A tensão de diferença resultante desloca a freqüência do oscilador local do receptor para eliminar a diferença apurada;

b. o nível do piloto controla o *squelch* e o controle automático de ganho do receptor;

c. ao utilizar o nível de piloto como referência, permite comprimir a dinâmica da modulação no lado de transmissão e expandir com a mesma relação com o piloto no lado de recepção.

Com potência-pico igual à potência de FM, o alcance e o ''efeito de captura'' do ACSB e do FM são aproximadamente iguais. O silenciamento é melhor no ACSB enquanto o piloto assegura o controle. Quando o sinal é muito fraco, a expansão pode resultar em ruído nos picos de modulação.

O ACSB ainda não morreu: se as faixas de fonia de VHF e UHF continuarem a se saturar, poderá ser introduzido para abrir quatro canais no lugar de cada um hoje existente.

3. REQUISITOS PARA UMA BOA RECEPÇÃO

3.1 Sensibilidade de Receptores

Costuma-se dizer que um receptor sensível é mais importante do que um transmissor potente. É a pura verdade. O receptor deve nos permitir ouvir tudo o que conseguimos alcançar com o nosso transmissor, e ainda mais! Todavia, de nada adiantaria alcançar com o nosso transmissor estações que não podemos ouvir em nosso receptor.

Nos tempos antigos, que poderíamos chamar de Idade Média do rádio, a sensibilidade dos receptores foi definida como o sinal de radiofreqüência modulada em 30%, capaz de fornecer uma potência de saída de áudio determinada, na maioria dos casos, de 50 mW. Este último valor foi considerado suficiente para uma audição adequada, levando-se em conta a eficiência dos alto-falantes utilizados.

Transcorreram dezenas de anos até que a sociedade ligada ao rádio admitisse a impropriedade da definição adotada, pois, com o emprego de ganho suficiente de áudio, podemos obter saída de 50 mW até sem sinal de entrada algum, amplificando unicamente o ruído gerado nas válvulas ou nos semicondutores. Restou, portanto, mudar a definição, indicando a sensibilidade como um sinal de RF de entrada, necessário para obter uma certa relação de sinal sobre ruído ou, ainda melhor, sinal mais ruído sobre ruído. Quanto é este valor? Inexiste padronização internacional; todavia, a grande maioria dos fabricantes utiliza como referência para o valor de sensibilidade as relações de 10 e 12 dB, o que significa que os ruídos corresponderão, respectivamente a 10 e 6,3% do total do som ouvido, o que é considerado uma margem suficiente para a inteligibilidade da voz em sistemas de comunicação não-profissional.

Hoje já chegamos ao ponto em que há transceptores que eliminaram o essímetro por completo, substituindo-o por um indicador digital, o qual acusa, em decibéis, a relação sinal/ruído reinante no momento.

Qual deve ser a sensibilidade de um receptor? Receptores para radiodifusão, destinados a captar estações próximas ou estações potentíssimas, são considerados bons quando apresentam sensibilidade da ordem de alguns microvolts. Todavia, para os receptores de comunicação ou de radioamador, este nível de sensibilidade não é suficiente. Ele deve chegar abaixo de 0,5 μV.

Os primeiros transceptores de HF totalmente transistorizados da Heathkit, modelos HW104 e SB104, que apresentaram sensibilidade de 1 μV para uma relação de 10 dB de sinal mais ruído/ruído, não foram aceitos pelos usuários devido à sensibilidade insuficiente, e a própria Heathkit foi forçada a fornecer a seus compradores um novo sintonizador de entrada, para substituição, que apresentava uma sensibilidade de 0,5 μV para 10 dB de sinal mais ruído/ruído, o que é considerado a sensibilidade mínima aceitável.

Os primeiros modelos de transceptor HF da Yaesu, FT 101, foram equipados na entrada com transistor tipo 3SK39Q, que deixou bastante a desejar. Como houve queixas dos radioamadores de que a sensibilidade do transceptor se revelou inferior a de outras marcas, a própria Yaesu teve que procurar solução para o problema, e a encontrou na forma do transistor 3N201, o qual, ao substituir o 3SK39Q, fez com que o transceptor atingisse a sensibilidade necessária, melhor que 0,3 μV.

A existência de um estágio amplificador de RF no receptor não é condição *sine qua non* para se ter boa sensibilidade com ótima relação sinal/ruído. Ao aparecerem os primeiros transceptores Atlas 210 e 210X no mercado, muitos radioamadores duvidavam de suas qualidades receptoras, pois eles não continham estágio amplificador de RF. Qual não foi a surpresa deles ao ouvirem o receptor (no qual o sinal da antena entra diretamente no estágio conversor) apresentando uma recepção que rivalizava com o equipamento Collins, que era, na época, considerado padrão de qualidade em meios radioamadorísticos!

Como melhorar a sensibilidade de recepção para um certo nível de sinal/ruído? Obviamente, o melhor meio para este fim é uma antena de alto ganho. Pode-se dizer que a antena é o único pré-amplificador de RF que não aumenta os ruídos junto ao sinal. Antenas de menor largura de faixa captam menos ruído do que as que apresentam baixa ROE em larga gama de freqüências. Cabe mencionar que, além de melhorar a recepção, a antena de alto ganho aumenta também o alcance na transmissão.

Vários modelos de transceptores modernos já vêm com pré-amplificador incorporado, que pode ser ativado ou desativado conforme as necessidades.

Estando a antena e o receptor definidos, o que podemos fazer para melhorar a nossa recepção?

Aqui entram em cena os chamados "pré-seletores", que outra coisa não são que amplificadores sintonizados de RF, para níveis de sinais baixos. Antes de entrar em considerações práticas sobre pré-amplificadores[1] pré-seletores, lembramos os leitores das definições de temperatura de ruído, resistência equivalente de ruído, fator de ruído e figura de ruído, constantes do Item 14.9.

Ao experimentarmos pela primeira vez um pré-amplificador/pré-seletor de HF, por sinal valvulado, ficamos realmente decepcionados. Embora o essímetro indicasse sinal mais forte com o pré, ele amplificava o ruído em proporção maior do que os sinais, de forma que estações que podiam ser perfeitamente copiadas sem o pré-amplificador, quando este foi ligado, quase desapareceram sob o ruído.

Depois desse teste decepcionante, foi uma surpresa agradável experimentar o pré-amplificador modelo PT-2 da AMECO, atualmente já sucedido pelo modelo PT-3. Ele se tornou um acessório muito útil, tanto na entrada de antena (de 6 até 160 m) como entre conversores ou transversores e o transceptor de HF (como amplificador de primeira FI de 28 a 30 MHz). Tornou-se um companheiro inseparável do transceptor, tanto ou mais importante do que o amplificador linear destinado a aumentar o alcance da transmissão. Outros bons modelos de pré-amplificadores, embora não apresentemos seus circuitos no Item 5.1, são o modelo 1 040-B da MFJ e os modelos P-410X e P-412X da Palomar Engineers.

Aqui vai uma dica para os colegas que operam com transceptores: para evitar danos, somente liguem à entrada dos transceptores (antes do relé de transmissão/recepção) pré-amplificadores que possuam sensores e relés próprios (como os acima citados). Mesmo assim, marquem no cabo de rede do transceptor que ele somente seja ligado à rede através da chave do pré-amplificador, para que não possamos inadvertidamente operar o transmissor sem que os sensores do relé do pré-amplificador sejam ativados. Outra alternativa, e ainda mais segura, é incorporar no pré-amplificador mais um relé de 12 V, que desliga a entrada do sinal proveniente do transceptor quando este relé não for atuado pela tensão de alimentação (ver Item 5.1).

Em receptores e transceptores equipados com supressor de ruídos (*noise blanker*), a recepção com maior sensibilidade fica mais nítida, pois ela permite ajustar o supressor de ruídos para um corte maior e mais eficiente, dada a reserva de sensibilidade de que dispomos.

1. Os detalhes de construção desse pré-amplificador se encontram no Item 5.1.

Os mesmos pré-amplificadores podem ser utilizados também em conjunto com osciloscópios e com contadores de freqüências, quando necessitamos aumentar a sensibilidade desses instrumentos.

3.2 Como Melhorar a Seletividade de um Receptor Antigo

Além da sensibilidade, as características mais importantes da parte de alta freqüência de um receptor são de caráter dinâmico (minimização de efeitos de bloqueio, de dessensibilização e de distorção por intermodulação na presença de campos fortes de RF) e a seletividade. No que diz respeito às três primeiras características, a introdução de melhoramentos no receptor exige alterações profundas, que nem todos os radioamadores arriscariam. Todavia, a possibilidade de melhorar o aspecto de seletividade encontra-se ao alcance de grande número de radioamadores.

O que é seletividade?

Para fins radioamadorísticos poderíamos defini-la como a eliminação da captação de freqüências, fora das necessárias para a inteligibilidade da mensagem. Obviamente, a seletividade ideal é diferente para AM, para SSB e para CW, e, mesmo dentro de um tipo de emissão, como SSB, a seletividade ideal pode variar conforme a ocupação das freqüências adjacentes por outras emissões.

Como se define a seletividade em números?

É costumeiro indicar as larguras de faixa entre pontos com 6 dB e com 60 dB de atenuação. A relação entre essas duas larguras de faixa é denominada fator de forma (*shape factor*), uma vez que ela caracteriza a inclinação dos flancos laterais. Quanto maior o número de pólos do filtro de cristal, tanto menor será o fator de forma. Transceptores baratos freqüentemente vêm com filtros de apenas seis pólos, ao passo que aparelhos de alta classe utilizam filtros de oito pólos.

Nada impede que um radioamador que possui equipamento com filtro de faixa menos eficiente o melhore mediante a simples substituição do filtro de cristal.

Transceptores modernos mais sofisticados já vêm equipados com larguras de faixa diferentes, uma para cada tipo de emissão, mediante seleção automática. Exemplo, de um transceptor compacto muito difundido:

Tipos de emissão	Larguras c/ -6 dB (kHz)	Larguras c/ -60 dB (kHz)	Fator de forma
SSB, CW, FSK	2,2	4,4	2,0
AM	6,0	18,0	3,0
FM	12,0	25,0	2,1

Transceptores mais antigos tinham um só filtro de FI e, conseqüentemente, uma só largura de faixa. Exemplos:

Tipos de emissão	Transceptores	Larguras c/ -6 dB (kHz)	Larguras c/ -60 dB (kHz)	Fator de forma
CW	Heathkit SB-104	0,4	2,0	5,0
CW	Yaesu FT-101	0,6	1,2	2,0
SSB	Heathkit HW-101	2,1	7,0	3,3
FM	Heathkit HW-2036	15,0	30,0	2,0
SSB	Heathkit SB-104	>2,1	<5,0	média 2,1
SSB	Yaesu FT-101	2,4	4,5	1,9
SSB	Atlas 210X	2,7	4,3	1,6

O radioamador que possui um equipamento de modelo antigo e não estiver satisfeito com sua seletividade, não somente pode melhorá-la, mas também transformar esse equipamento em um com largura de faixa variável, permitindo ao operador optar pela que for mais adequada às condições momentâneas de recepção. Este último melhoramento necessita, além do segundo filtro de cristal, também de um comutador a diodos.

Embora estejam sendo fabricados filtros de cristal em vários países, não é possível seu intercâmbio direto com os filtros utilizados na maioria dos transceptores em uso no país. Por outro lado, a Fox Tango oferece uma linha extensa de filtros, diretamente intercambiáveis com os da Yaesu, Kenwood, Heath, Drake e Collins. Para CW, a largura de faixa dos filtros é de 125, 250, 400, 500, 600 e 800 Hz (medidas entre pontos de -6 dB em relação ao valor máximo). Para SSB, as larguras de faixa (com -6 dB) produzidas são de 1,8, 2,1 e 2,4 kHz. Para AM, 6,0 e 8,0 kHz. Todos os filtros são de oito pólos. Não somente os contatos elétricos se encontram exatamente no local certo para entrar nos furos previstos, mas também os parafusos de fixação são idênticos aos originais.

Como exemplo para a transformação, citarei o transceptor do primeiro

modelo da série FT-101, que foi, por vários anos, "o cavalo de batalha" de milhares de radioamadores, e ainda está em uso por muitos, especialmente nos países em desenvolvimento. Eu mesmo possuí um transceptor dessa linha por muitos anos. Sendo o SSB o modo de emissão de meu maior interesse, optei por um filtro da melhor seletividade para este modo, ou seja, de 1,8 kHz. Coloquei o novo filtro no lugar do antigo. Visto que não opero em telegrafia, e como tinha a intenção de fazer comparação entre a recepção com o filtro novo e com o original, passei este último para o lugar do filtro de CW (que estava vazio), eliminando dois capacitores de 0,01 µF, de interligação, cuja função é fazer funcionar o único filtro instalado (de SSB), também na posição CW, quando inexiste filtro separado para este último.

Como os proprietários do Yaesu FT-101 devem conhecer pelo manual, o receptor já tem um comutador a diodos embutido para os filtros. Na posição SSB fica ligado à massa o contato 12 do módulo PB-1 080A, e na posição CW, o contato 9. Assim, mudando a chave "modo" entre USB e CW nas faixas de 10, 15 e 20 m, pude avaliar o desempenho dos filtros novo e velho (em 40 e 80 m não era possível, pois na posição de CW somente se recebe com a posição do oscilador correspondente à faixa lateral superior).

Por curiosidade natural, minha primeira experiência com o filtro novo foi a de verificar a diferença entre a seletividade dos dois filtros. Liguei o oscilador/calibrador interno de 100 kHz, sintonizei o transceptor em 14 200 kHz, em SSB, com o filtro antigo, e ajustei o *trimpot* interno do essímetro (com ganho de RF no máximo) para o ponteiro indicar S9. Verifiquei que, com o filtro novo, a indicação era idêntica. Agora dessintonizei o OFV para que a indicação com o filtro original (na posição de CW) caísse para S7. Mudando para o filtro novo (na posição USB), a indicação caiu para S0. Até agora, tudo perfeito.

O "teste de fogo" era, porém, o uso em DX. Aqui, o filtro de oito pólos apresentou algumas vantagens significativas: eliminação de interferências provenientes de estações adjacentes; bem como uma melhoria da relação sinal/ruído, devida à proporção mais favorável entre a faixa necessária à inteligibilidade e a faixa efetivamente transmitida pelo filtro.

Também observei que, no ponto ótimo de sintonia, o novo filtro cortou os graves, tornando-se desnecessário o uso do filtro passa-altas externo que costumo utilizar com os fones. Todavia, o filtro novo trouxe também algumas desvantagens significativas: o ajuste da freqüência ficou muito mais crítico; piorou a qualidade de reprodução sonora do transceptor; quando a modulação SSB da estação recebida for de má qualidade, esta se torna ininteligível com o

filtro de oito pólos de 1,8 kHz, ao passo que era ainda inteligível com o filtro mais simples de 2,4 kHz, que vem no aparelho.

Pesando as vantagens e desvantagens, ficou evidente que a solução é modificar o transceptor para um de seletividade variável. Evidenciou-se, também, que poderia ter-se evitado tirar o antigo filtro de SSB de seu lugar, pois bastava instalar o filtro novo na posição prevista para o filtro de CW, uma vez que a comutação, obviamente, será feita com chave separada, e não mais com a chave do tipo de emissão.

A tarefa se resumiu em encontrar, para a chave comutadora de largura de faixa, um lugar adequado que oferecesse facilidade de operação, bem como simplicidade mecânica e elétrica na instalação. A solução encontrada foi montar uma pequena chave comutadora sobre o próprio módulo de FI, para ser acomodada entre este e a placa separadora, cuja alavanca acionadora deveria ainda permitir a colocação da tampa superior (serrar a alavanca, se for comprida demais). No módulo, interrompem-se, bem junto aos contatos 9 e 12, as respectivas camadas condutoras, ligando a extremidade interna delas aos contatos alternativos do novo comutador. O contato comum da chave é ligado à massa. Agora, a largura de faixa pode ser escolhida conforme as características da estação recebida e conforme as condições de recepção, independentemente da posição do comutador frontal que seleciona o tipo de emissão. A solução indicada somente se aplica a radioamadores que não praticam CW na faixa. Para os aficionados de CW, é mais recomendável instalar um filtro de CW no local apropriado (eliminando os dois capacitores de interligação, de 0,01 uF) e fazer a comutação da largura de faixa com o circuito original do aparelho; e, só pensar em um novo filtro de SSB se estiver disposto a instalar junto a ele mais um comutador a diodos igual ao original. A não ser que o filtro original, de 2,4 kHz, seja substituído por um outro, também de 2,4 kHz, porém de oito pólos, para melhorar apenas seu fator de forma.

Mais uma observação para o caso de o radioamador sentir que a falta de graves prejudica a inteligibilidade com o filtro de 1,8 kHz. A solução é simples: basta reajustar os capacitores compensadores TC2 (USB) e TC3 (LSB) dos cristais da unidade moduladora PB-1078A (facilmente acessíveis ao abrir a tampa superior) para que suas freqüências estejam de acordo com o filtro mais seletivo, de 2,1 kHz.

Recentemente foram lançados pela Fox Tango filtros de oito pólos a serem utilizados em cascata com o filtro já existente de seis pólos. Assim, na posição de banda mais estreita, o filtro funciona como se fosse de catorze pólos.

4. EQUIPAMENTOS

4.1 Equipamento Transceptor de Ondas Curtas para Radioamador

4.1.1 Introdução

Vindo logo depois do assunto "antenas", o assunto "equipamento transceptor" é o vice-campeão em falácias que pululam nas bandas de radioamadores. A imaginação de alguns colegas não tem limites. Alguns querem convencer fabricantes nacionais a produzirem equipamentos idênticos aos produzidos no Japão por preço abaixo do preço japonês. Outros pensam que liberando a importação do equipamento poderão adquirir um TS-140 na loja, em São Paulo, pela metade de seu preço FOB em Tóquio. Ainda outros perguntam por que não importamos do Japão *kits* de componentes para a montagem de transceptores, desconhecendo que monopolizando sua infra-estrutura de componentes é que o Japão assegura sua hegemonia mundial em equipamentos para radioamadores.

A disseminação de tais opiniões baseadas em ilusões tende a confundir os radioamadores, cuja grande maioria não tem contato permanente com as indústrias nacionais de radiocomunicação e muito menos com as do mundo afora.

4.1.2 A indústria japonesa

A indústria japonesa começou a penetrar significativamente no mercado mundial de equipamentos para radioamador na década de 70. Alguns anos antes, ela começava a ganhar experiência de campo com os transceptores de

baixa potência, até 10 W, através dos radioamadores das classes de radiotelegrafia e de radiotelefonia, que no Japão substituem os operadores do serviço rádio do cidadão, e cujo número chegou a cem mil no início da década de 70. Aqueles radioamadores constituíram posteriormente um ótimo teste de campo para o modelo FT-7 da Yaesu, cujo modelo de exportação, já equipado com um amplificador de banda larga, com potência de 100 W, ficou conhecido sob o código de modelo FT-7B (ver Item 21.2).

O primeiro grande impacto da indústria japonesa sobre o mercado mundial de equipamentos para radioamador veio em 1972, com o lançamento da série FT-101 pela Yaesu. Sendo o primeiro transceptor integrado com fonte dupla, rede e bateria, com recepção totalmente transistorizada e em gabinete considerado compacto, na época, o FT-101 provocou, nos Estados Unidos, filas de espera de seis meses e revolucionou o mercado de equipamentos do mundo, dando lugar até a clubes Fox Tango de seus entusiastas, obviamente incentivados pelo fabricante.

Depois do FT-101, houve uma única vez em que os Estados Unidos conseguiram tirar do Japão a iniciativa no lançamento de equipamento para radioamador. O mérito coube a um equipamento genial, de construção simples e acessível, o Atlas 210 e 210X, totalmente em estado sólido e de banda larga, dispensando sintonia. O Atlas 210 reinou durante poucos anos, até que os japoneses lançaram sua resposta, já mais sofisticada, o Yaesu com o FT-7B e o Kenwood com o TS-120. Daquele ponto em diante, e até hoje, nenhum outro fabricante (do mundo) de equipamentos para radioamador conseguiu competir com os três gigantes japoneses: ICOM, Kenwood-Trio e Yaesu, que aliavam seu potencial de desenvolvimento, a boa infra-estrutura controlada de componentes e a mão-de-obra barata e altamente produtiva com as vantagens de produção em altíssima escala para um mercado mundial.

Apesar do elevadíssimo nível de sofisticação e de complexidade, os três fabricantes japoneses conseguiram um índice de confiabilidade invejável. Como isso foi possível? Ainda podemos lembrar muito bem que até a Segunda Guerra Mundial, os produtos japoneses tinham reputação mundial como sendo de qualidade inferior. Até as lâmpadas incandescentes comuns, exportadas do Japão, tiveram que ser vendidas por preço inferior, devido a sua menor durabilidade. Como pode ter-se tornado o produto japonês um padrão mundial de alta qualidade? O mérito cabe a um cientista americano, W. Edwards Deming, criador da teoria do Controle Estatístico de Qualidade. Enquanto seu livro *Sobre a Teoria Estatística de Erros*, editado pela primeira vez em 1934, não obteve repercussão na indústria norte-americana, ele foi recebido entusiasticamente pela indústria japonesa. Acontece que Deming foi convidado, nos fins

da década de 40, pelo general Mac Arthur, na época comandante-supremo das forças americanas de ocupação no Japão, para assisti-lo em estudos de população e de habitação. Assim que soube da presença do famoso cientista americano em Tóquio, o estatístico japonês E. E. Nishibori, conhecedor de seus trabalhos, o convidou a proferir conferências sobre controle de qualidade. Em uma dessas conferências, exatamente no dia 26 de julho de 1950, no Clube da Indústria de Tóquio, Deming profetizou, para a grande surpresa de todos os presentes, que a "qualidade japonesa será, em breve, a melhor do mundo". Hoje, o mais cobiçado prêmio anual da indústria japonesa é o "Demingu Sho", equivalente ao prêmio Oscar do cinema, em homenagem ao cientista norte-americano.

Além do apurado controle preventivo de qualidade, os fabricantes japoneses embutiram, nos transceptores mais caros, proteção contra praticamente qualquer erro que o operador possa cometer. Já aconteceu com o autor de - devido à complexidade do sistema com que opera em seu *shack* - cometer erros que deixaram o transceptor inoperante. Assustado, foi em busca do manual com o esquema para descobrir o que ocorrera e, quando voltou ao aparelho, este funcionava como se nada houvesse acontecido. Foi simplesmente um dispositivo de proteção que agiu.

Os dispositivos que reduzem, automaticamente, a excitação e, conseqüentemente, a potência de saída de transceptores, quando sua saída não for casada com carga adequada, permitem a utilização de seu medidor de potência de saída como indicador do descasamento. Para conhecer a leitura de ROE igual a 1:1, basta inserir uma carga não-reativa (até a freqüência de operação) diretamente em seu terminal de saída e fazer a leitura. Se com a antena utilizada a potência cair, deve ser inserido um casador de impedâncias entre esta e o transceptor, ajustando-o para proporcionar a mesma potência de saída que tivemos com a carga ôhmica.

Para compreendermos as diferenças entre os padrões de qualidade e de preço entre os três grandes fabricantes japoneses, temos que lembrar que a ICOM é uma empresa de equipamentos profissionais de radiocomunicação que, como linha adicional, também produz equipamentos para radioamador. A Kenwood-Trio é uma empresa fabricante de equipamentos de entretenimento doméstico, especialmente de equipamentos de som, e, como linha adicional, também produz equipamentos para radioamador. A Yaesu é uma empresa predominantemente voltada para o radioamadorismo.

A título de informação, damos abaixo as características técnicas dos transceptores japoneses mais utilizados na época do encerramento dos trabalhos da edição deste *handbook*. Os dados constantes são os fornecidos pelos próprios fabricantes (ver Tabela 4.1).

TABELA 4.1

Tabela comparativa de transceptores de ondas decamétricas

Característica	Icom					Kenwood				Yaesu			
	IC-781	IC-765	IC-751A	IC-735	IC-725	TS-950S	TS-940S	TS-140	TS-440S	FT-1000	FT-767GX	FT-757GX	FT-747GX
FM	o	o	o	o	Opcional	o	o	o	o	o	o	o	o
FSK	o	o	o	–	–	–	o	–	o	–	o	–	–
Leitura	CRT	Florscnt	Florscnt	LCD	LCD	Florscnt	Florscnt	Florscnt	Florscnt	Florscnt	Florscnt	Florscnt	LCD
Incremento mínimo	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	25 Hz
Sintonia veloc. variável	o	o	o	–	–	o	o	o	–	o	–	o	–
Chave de onda	digital	o	o	–	–	o	o	–	o	o	o	o	o
Bloqueio de freqüência	o	o	o	o	–	o	–	o	o	2	o	–	o
Controle incremental TX	o	o	o	–	o	o	o	–	o	o	o	–	–
Número de memórias	99	32	32	12	26	100	40	31	100	100	10	8	20
Entrada direta de freqüência	o	o	–	–	–	o	o	–	o	o	o	–	–
Varredura de memória	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	–
Varredura de bandas	o	o	–	o	o	o	o	o	o	o	o	–	–
Deslocamento de FI	–	o	o	–	o	o	o	o	o	o	o	o	–
Filtro de rejeição	o	o	o	o	o	o	o	–	o	o	o	–	–
Sintonia de flanco SSB	–	–	–	–	–	o	o	–	–	–	–	–	–
Atenuador de RF	o	o	o	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
CW full break-in	o	o	o	–	–	o	o	o	o	o	o	o	–
CW semi break-in	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	–	–	o
Largura de faixa variável	–	o	o	–	–	o	o	–	–	o	o	–	–
Gravação digital de voz	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	o	–	–
Deslocamento de banda passante	dual	–	–	–	–	–	–	–	–	o	–	–	–
Recepção dual	o	–	–	–	–	o	–	–	–	o	–	–	–

Controle de tonalidade CW	o	–	–	–	–	o	o	–	–	o	o	–	–
Batimento zero CW	–	–	–	–	–	o	o	–	–	o	–	–	–
Processador de voz	o	o	o	o	–	o	o	o	o	o	o	o	–
Manipulador eletrônico	o	o	o	–	–	o	–	–	–	o	o	o	–
Fonte embutida	o	o	–	–	–	o	o	–	–	o	o	–	–
Tuner automático	o	o	–	–	–	o	–	–	–	o	o	–	–
Pré-amplificador	o	o	o	o	o	–	–	–	–	o	o	o	–
Altura (cm)	(15)	(15)	(12)	(9)	(9.5)	(14)	(14)	(9)	(9.6)	(15)	(13)	(9)	(8)
Largura (cm)	(42)	(42)	(31)	(24)	(27)	(40)	(40)	(27)	(27)	(42)	(37)	(34)	(24)
Profundidade (cm)	(42)	(39)	(36)	(23)	(28)	(40)	(35)	(27)	(31)	(38)	(30)	(24)	(24)
Peso (kg)	(23)	(17)	(8.5)	(5)	(6.5)	(23)	(19)	(5.7)	(6.3)	(26)	(14)	(5)	(3.3)

(Fonte: Ham Radio Outlet).

Todos os equipamentos da tabela têm:

- modos AM, SSB, CW;
- bandas 10-160 m, inclusive as bandas WARC'79;
- receptor de cobertura geral;
- VFO digital de dupla programação;
- RIT
- VOX-control;
- bateria de conservação de memória;
- supressão de ruídos (*noise blanker*);
- alto-falante embutido;
- circuito exclusivamente em estado sólido.

As diferenças entre os modelos são as seguintes:
Símbolos: o = tem – = não tem

Comparação de características técnicas dos transceptores de HF dos três maiores fabricantes japoneses.

4.1.3 A indústria norte-americana

Até a década de 70, o equipamento padrão dos radioamadores do mundo era o norte-americano. Quem não se lembra dos Collins, Drake, Swan, National, Hallicrafters e outros que habitavam *shacks* dos radioamadores brasileiros? Todos esses fabricantes pararam de produzir equipamentos para os radioamadores, e mesmo a Heathkit encerrou sua linha de kits.

Praticamente a única empresa norte-americana que continua a produzir transceptores é a Ten-Tec, de Sevierville, que, além do modelo Paragon, de oscilador sintetizado, com cobertura geral, destinado a competir com os similares japoneses, oferece, por exatamente o mesmo preço do Paragon, o modelo Omni V, que só cobre as 12 faixas de 500 kHz que contêm as freqüências de ondas curtas atribuídas ao serviço de radioamador, mas que oferece um nível de ruído de fase baixíssimo na recepção, por dispensar o oscilador sintetizado de cobertura geral que hoje domina os equipamentos transceptores produzidos no Japão. Custeando seus produtos, o Paragon e o Omni V, muito mais do que o preço médio de transceptores japoneses equivalentes, a Ten-Tec apela ainda ao patriotismo dos radioamadores estadunidenses: "Compre produto americano".

4.1.4 A indústria de outros países asiáticos

Os únicos países do mundo que poderão um dia competir em sofisticação, qualidade e custo com os japoneses em matéria de transceptores são Taiwan, Coréia do Sul, Malásia e Cingapura, conhecidos como os quatro tigres da Ásia. Acontece que esses países ainda não dispõem de uma infra-estrutura de componentes como a do Japão, e os fabricantes japoneses de equipamentos, via de regra sócios das empresas fornecedoras dos componentes por eles utilizados, muito compreensivelmente, não estão dispostos a exportar seus componentes especializados para fomentar sua própria concorrência. Assim que algum desses países desenvolver sua indústria de componentes especializados, poderemos ter transceptores abaixo do custo atual do produto japonês.

4.1.5 Os países da Europa Oriental

O radioamadorismo da ex-União Soviética e de outros países da Europa Oriental, exceto os felizardos que conseguem *surplus* das Forças Armadas, adequados para a adaptação caseira, vive em sua grande maioria em base de montagens caseiras. Como não pode deixar de acontecer, radioamadores mais capacitados e mais hábeis, que montaram seus próprios aparelhos, começaram

a montá-los também para outros radioamadores, de forma artesanal. Muitos radioamadores russos, que nos dizem que estão operando com equipamento de montagem caseira, deixam de dizer que seu transceptor foi montado por um outro radioamador.

Um dos radioamadores russos, que muito ajudou os outros a terem seus transceptores, foi Yuri Kudoyatchev, UW3DI, um engenheiro de rádio residente em Moscou, que utilizou como válvula de RF a RY-19 (similar à 5 894 do Ocidente), com potência de saída de 60 W. O receptor é de dupla conversão, com filtro de FI mecânico.

Já na Hungria e na Iugoslávia, os transceptores japoneses têm maior penetração que, com a abertura da economia de mercado, tende a chegar aos demais países do leste europeu.

4.1.6 A indústria brasileira

No Brasil, a indústria mais antiga que produziu transceptores para radioamador, por iniciativa abnegada de seu saudoso fundador Felicíssimo de Oliveira Junior, é a Delta. Mantendo respeitável distância da sofisticação dos produtos japoneses, a Delta procurou oferecer aos radioamadores uma alternativa modesta mas confiável, com potência suficiente para dispensar um amplificador linear, sem, porém, poder evitar que a relação benefício/custo de seu produto fosse muito inferior a dos equipamentos importados. Mesmo assim, com o seu preço absoluto ligeiramente inferior ao do importado, e sendo facilmente acessível aos radioamadores afastados das fontes destes, o transceptor Delta se tornou, ao longo dos anos, o "Fusca" de largas camadas de radioamadores, até que ficou totalmente defasado, em tecnologia e em preço, em relação ao produto japonês. O caso da Delta era é um exemplo notável e único. Três empresas desistiram de produzir transceptores para radioamador antes de começar: a Yaesu, que gastou anos na preparação de seu projeto, a SNE, que desistiu de produzir transceptores para radioamador assim que recebeu o protótipo por ela custeado e encomendado ao nosso saudoso colega Portella PY1AN, e a Electril, que desistiu logo após ter demonstrado na Hamfesta de Cotia seu modelo de transceptor baseado no Atlas 210X e após ter realizado uma pesquisa de mercado para o produto (havia muitos interessados em adquiri-lo por uma quarta parte de seu custo).

A Eudgert, instalada em Recife, que procurou produzir equivalentes à linha americana de Drake, na época, "o cavalo de batalha" dos radioamadores estadunidenses e de muitos outros pelo mundo afora, só desistiu depois de acumular vultosos prejuízos.

Mais tarde, a Intraco, firmemente baseada em linhas de equipamentos profissionais, resolveu, no início da década de 80, correr o risco de fabricar um transceptor para radioamador e lançou o seu modelo TIIC, para, alguns anos mais tarde, desistir de produzi-lo em linha. A grande diferença entre a Eudgert, a Intraco e a Delta é que a Eudgert firmou sua existência principalmente sobre os transceptores para radioamador e não tinha outra linha para sustentá-la, enquanto a Delta e a Intraco têm linhas de produtos mais lucrativos e de maior volume.

Diante desse panorama triste, surge a pergunta: como sobreviveram em nosso país outras indústrias de radiocomunicação, com equipamentos comparáveis aos transceptores de radioamador? É muito simples. O nome do jogo é proteção. Até a recente liberação da política de importação, no serviço limitado e no serviço móvel marítimo, só conseguiu licença para equipamento nacional homologado. Assim, os operadores tiveram que adquirir equipamento nacional, mesmo que ele custasse o dobro do equipamento importado e mesmo que ele já fosse ultrapassado e/ou de qualidade inferior. Esses transceptores não têm elevado grau de sofisticação, e a maioria de seus componentes são produzidos no Brasil. Já no serviço móvel aéreo, com equipamentos de grau mais elevado de sofisticação, de espaço reduzido e de exigência de alto índice de confiabilidade, inexiste produção nacional, e sempre foram registrados os equipamentos importados que atendiam às necessidades do serviço. Felizmente, por se tratar de um serviço experimental, a proteção proporcionada aos fabricantes de equipamentos destinados ao serviço limitado e ao serviço móvel marítimo não se aplicou ao serviço de radioamador. O radioamador, para obter a licença de sua estação, não precisava provar que estava utilizando um equipamento nacional de nível de sofisticação muito modesto, atrasado muitos anos, em relação aos produtos japoneses, e adquirido por um preço três vezes superior ao preço dos mesmos modelos nos Estados Unidos.

4.1.7 Os preços mundiais dos equipamentos japoneses para radioamador

Há grande variação de preços para o mesmo modelo entre os vários países do mundo. Os transceptores japoneses se encontram mais baratos na Zona do Canal do Panamá e nos Estados Unidos. Os radioamadores da Inglaterra, Suíça, Itália e Alemanha já pagam bem mais caro, enquanto na extinta Alemanha Oriental, mesmo com o preço mais elevado, era difícil encontrá-los antes da unificação do país.

Pode-se dizer, *grosso modo*, que os transceptores que fossem importados com, eventualmente, a alíquota reduzida a zero não custariam aos radio-

amadores brasileiros muito mais - mesmo calculando ICM e IPI - do que o preço pago por um radioamador suíço, alemão ou inglês em seu respectivo país, embora custe bem mais do que nos Estados Unidos.

4.1.8 As soluções para tornar o equipamento de produção industrial mais acessível a radioamadores

É óbvio que, para a maioria dos radioamadores, a isenção de ICM e de IPI, além da de direitos alfandegários, não resolve o problema, pois eles não têm condição sequer de pagar o preço CIF do transceptor importado, como muitos também não podem pagar à vista o preço do Delta atual.

Para os equipamentos nacionais, Intraco e Delta, foi instituído o sistema consórcio, que já ajudou muitos radioamadores a instalar ou renovar sua estação. Acontece que só podiam ser objeto de consórcio os produtos nacionais. Surgiu, assim, a idéia de importar o FT-757-GX da Yaesu através de Manaus, fazendo-o objeto de consórcio junto à torre, ao rotor e à antena Yagi, que já estavam sendo consorciados. Ele certamente não sairia mais barato, porém teria a facilidade do consórcio que, aliás, recentemente, foi liberado também para produtos importados.

4.1.9 As soluções artesanais

Para os praticantes de telegrafia em QRP, nosso saudoso colega Lauro de Camargo Penteado, PY2BOQ, estava fabricando equipamento com base no modelo inglês. Para transmitir em SSB, a solução indicada é a de lançar transversores multibanda para os transceptores SSB/AM da faixa do cidadão, que contêm todos os componentes críticos e de difícil obtenção, adaptando ao conjunto, eventualmente, um amplificador linear baseado em uma ou mais válvulas de deflexão horizontal de televisores em cores (6KD6 e similares), que podem ser encontradas em sucata, ou em lojas de eletrônica, por preços acessíveis.

Foi exatamente isso o que fez o colega José Martins de Queiroz, PY2AZU, de São José do Rio Preto, lançando um transversor para 40 m, com potência de 90 W PEP (em SSB) e 30 W efetivos (em AM), VXO com varicap para sintonia fina e amplificador linear opcional para 350 W PEP.

O laboratório da LABRE paulista também já confeccionou os protótipos de vários desses equipamentos.

Para os radioamadores, especialmente da classe estudantil, que não podem se permitir nem as despesas envolvidas num transceptor velho de faixa do cidadão, poderão ser publicadas instruções para a montagem de transmisso-

res CW/AM utilizando as fontes de alimentação e válvulas e/ou transistores de receptores de televisão antigos, já desativados, bem como conversores de recepção para a freqüência intermediária de 1 600 kHz, que permite a utilização de receptores comuns de onda média de amplitude modulada, com oscilador de batimento adicional para SSB e CW.

Ao falar de transceptores, não podemos deixar de dar um aviso importante aos usuários, especialmente dos modelos totalmente transistorizados. Por mais que o fabricante do aparelho afirme que se pode transmitir com eles por período ilimitado sem necessidade de resfriamento externo, e mesmo se ele contiver uma ventoinha interna que envia o ar aquecido do interior do gabinete até as aletas de dissipação, não deixem de utilizar uma ventoinha, um ventilador ou um soprador externo, dirigido sobre os dissipadores externos. Muitas vezes, o fabricante faz essa afirmação porque o concorrente dele também a faz. Não deve ser levada a sério. Afinal, as calorias produzidas não devem se acumular nos dissipadores, aumentando sua temperatura até um ponto elevado de equilíbrio, mas devem ser entregues por convecção forçada ao ar do ambiente, mantendo os dissipadores em uma temperatura de equilíbrio bem razoável.

4.2 Transceptores e Receptores de VHF e UHF

A gama de transceptores de VHF e UHF é muito larga. Ela compreende as bandas de 50, 144, 220, 430, 902, 1 200 e 2 350 MHz. Na maioria esmagadora dos casos, os equipamentos transceptores são para uma só banda, mas, recentemente, vêm aparecendo, com freqüência, transceptores e até HT de duas bandas (144 e 440 MHz); ainda é usado, por muitos radioamadores, o transceptor Drake, modelo UV3 de três bandas (144, 220 e 440 MHz), enquanto o modelo ICOM, modelo IC-900, além da banda HF de 29 MHz, opera em três bandas de VHF (50, 144 e 220 MHz) e duas bandas de UHF (430 e 1 200 MHz), totalizando seis bandas (ver Tabelas 4.2 e 4.3).

Quanto aos tipos de emissão, a grande maioria dos transceptores de VHF e UHF opera somente em FM. Realmente, muitos radioamadores só têm interesse em FM, tanto para a comunicação em canal direto como através de repetidoras.

Para trabalho sério - especialmente para DX - e para trabalho de satélites, para reflexão lunar e similares, os tipos de emissão CW e SSB são indispensáveis, prova disso é que já há alguns anos estão sendo lançados pelos fabricantes os *all-mode transceivers*, operando em CW, FM, USB, LSB, AM e FSK.

Se um radioamador não pretende ficar exclusivamente nos bate-papos locais e nas repetidoras, convém optar, desde o início, por um transceptor que tenha, além de FM, também, ao menos, CW e SSB incorporados.

Nos receptores sem transmissão, como nos Bearcats e Regency, a cobertura de freqüência é bem ampla, porém só operam, na maioria, no modo FM. Para cobertura universal, são indicados os receptores ICOM R-7 000 e R-9 000, que cobrem continuamente até 2 000 MHz em todos os tipos de emissão, sendo que somente em FM eles têm três gamas de desvio: ± 3 kHz, ± 7,5 kHz e ± 75 kHz. Esses receptores são ideais para o trabalho de satélites, pois permitem recepção simultânea independente da transmissão, que é uma condição básica de todo o trabalho de satélite (as antenas de transmissão e de recepção já são separadas, devido às bandas diferentes de subida e de decida). Todavia, na natureza, e especialmente na física, não se dá nada de graça: um receptor de banda corrida sempre deixa a desejar a receptores de faixas específicas. Assim, se o radioamador deseja utilizar um receptor de banda corrida para o trabalho de satélites, deve equipar-se com pré-amplificadores, possivelmente com pré-amplificadores GaAsFET, de baixo ruído, para cada banda que desejar operar (ver Item 14.9).

4.3 Transversores

Costuma-se dizer que no equipamento de radioamador só existem dois itens caros que resistem à obsolescência: os transversores e os amplificadores lineares. Realmente, acontece com freqüência a um radioamador substituir pela terceira vez o seu transceptor que se tornou ultrapassado devido à evolução tecnológica, porém continua com o mesmo transversor e com o mesmo amplificador linear.

O transversor é uma solução econômica para estender a atuação do radioamador para as faixas de VHF e UHF sem necessitar adquirir um transceptor separado para cada faixa. Ele aproveita todos os estágios caros de seu transceptor de ondas curtas e só gasta em estágios adicionais de RF na recepção e na transmissão.

É óbvio que a mão-de-obra envolvida na operação com transversor é bem maior do que se o radioamador tivesse em sua estação unidades separadas; porém a economia em QSJ e em espaço ocupado é bem grande.

Entre os grandes fabricantes de transceptores, o que mais se destacou na área de transversores foi a Yaesu, com os modelos FTV-650B, FTV-250, FTV-901 e FTV-700. Os três módulos dos dois últimos conversores são idênticos e intercambiáveis entre os dois transversores, porém o seu sistema de

TABELA 4.2

Comparação entre os transceptores atuais de VHF/UHF dos três principais fabricantes japoneses

Característica	Icom					Kenwood								Yaesu		
	275A/H 375A 475A/H 575A/H	28A/H	228A 228H 448A	2400A	2500A	2530A 2550A	2570A	751A 851A	TM231 TM331 TM431 TM531	711A 811A	TS790	631A 731A	701A	736R	212 712	4700
Tipo	Base	Móvel	Móvel	Móvel	Móvel	Móvel	Móvel	Móvel	Móvel	Base	Base	Móvel	Móvel	Base	Móvel	Móvel
10 m	575A/H	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6 m	575A/H	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	Opção	–	–
2 m	275A/H	28A/H	228A/H	°	–	°	°	°	231A	711A	°	°	°	°	°	°
440 MHz	475A/H	–	448A	°	°	–	–	–	431A	811A	°	731A	°	°	–	°
220 MHz	375A	–	–	–	–	–	–	–	331A	–	–	631A	–	Opção	–	–
1.2 GHz	–	–	–	–	°	–	–	–	531A	–	Opção	–	–	Opção	–	–
FM	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
SSB	°	–	–	–	–	–	–	°	–	°	°	–	–	°	–	–
CW	°	–	–	–	–	°	°	°	–	°	–	–				
Alta potência	(1)	(3)	25/45 W	45/35 W	35/10 W	25/45 W	70 W	25 W	(4)	25 W	(6)	(7)	25 W	45/35/25	45 W	50/40 W
Baixa potência	(2)	5/5 W	5	5 W	5 W	5 W	5 W	5 W	(5)	–	–	5 W	5 W	–	3 W	5 W
Memórias	99	21	20	40	40	23	23	10	20	40	59	40	20	100	21	18
Prioridade	°	–	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
PL tones	38	38	38	38	38	Opção	Opção	Opção	°	Opção	°	Opção	Codif.	Opção	°	°
Battery back-up	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Varredura de banda	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Varredura de memória	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Sintetizador de voz	Opção	–	–	–	–	°	°	–	–	–	Opção	–	–	Opção	Opção	–
Vigilância dual	–	–	–	°	°	–	–	–	–	–	°	°	–	–	–	°
Conversível em repet. de banda cruzada	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	°	°	–	–	–
VFOs	2	2	1	2	2	–	–	2	1	2	2	2	1	14	2	2

VFO digital	o	o	o	o	o	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Leitura	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	Fluores	Fluores	LCD	LCD	Fluores	LCD	LCD
Teclado no rádio	–	–	–	–	–	o	o	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Teclado no microfone	Opção	o	o	o	o	–	–	o	o	–	Opção	o	o	Opção	o	o
Microfone móvel	o	o	o	o	o	o	o	o	o	Opção	Opção	o	o	Opção	o	o
Alto-falante embutido	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Alto-falante externo	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Opção	–	–	Opção	–	–
Essímetro	o	–	–	o	o	o	o	–	o	o	o	o	o	o	o	o
Medidor de discriminador	o	–	–	–	–	–	–	o	–	o	–	–	–	o	–	–
Altura (cm)	(9.5)	(4.5)	(4.5)	(5.0)	(5.0)	(6)	(6)	(6)	(4)	(10)	(12)	(5)	(4)	(12)	(4)	(5)
Largura (cm)	(24)	(14)	(14)	(15)	(15)	(18)	(18)	(18)	(14)	(27)	(33)	(15)	(14)	(36)	(14)	(15)
Profundidade (cm)	(24)	(18)	(16)	(20)	(20)	(21)	(25)	(19)	(16)	(26)	(33)	(22)	(20)	(29)	(16)	(18)
Peso (kg)	(5)	(1)	(1)	(1.6)	(1.6)	(2)	(2.4)	(2.1)	(1.2)	(7)	(9.2)	(1.8)	(1.4)	(5)	(1.2)	(2)

Convenção: o tem, – não tem

Observações:

(1) 25 W nos modelos A, 100 W nos modelos H
(2) 1 W nos modelos A, 10 W nos modelos H
(3) 25 W nos modelos A, 45 W nos modelos H
(4) 50 W nos modelos A, 25 W no modelo 331, 35 W no modelo 431, 10 W no modelo 531
(5) 5W nos modelos 231, 331, 431; 1 W no modelo 531
(6) 45 W em 2 m, 40 W em 440 MHz, 10 W em 1,2 GHz (opcional)
(7) 50 W no modelo 631/731; 35 W no modelo 731;
(8) 45 W no modelo 110 T; 35 W no modelo 410 T

TABELA 4.3

Comparação entre os Handy Tallies atuais dos três principais fabricantes japoneses

	Icom					Kenwood					Yaesu		
Característica	02AT 03AT 04AT	2SAT 3SAT 4SAT	2GAT 4GAT 12GAT	32AT	24AT	26AT 46AT	55AT	205AT	225A 315A 415A	75AT	23R 33R 73R	411R 811R	470R
2 m	02AT	2SAT	2GAT	°	°	26AT	–	°	225A	°	°	411R	°
220 MHz	03AT	3SAT	–	–	–	–	–	–	315A	–	–	–	–
440 MHz	04AT	4SAT	4GAT	°	°	46AT	–	–	415A	°	–	811R	°
1.2 GHz	–	–	12GAT	–	–	–	°	–	–	–	–	–	–
Baixa potência	0.5 W	0.5 W	1 W	1 W	1 W	0.5 W	0.5 W	0.5 W	0.5 W	0.5 W	0.5 W	0.5 W	1 W
Alta potência standard	5 W	2.5 W	7 W	5 W	2 W	2.5 W	1 W	2.5 W	2.5 W	2.5 W	2.5 W	2 W	2.5 W
Alta potência opcional	–	5 W	–	–	–	5 W	–	5 W	5 W	5 W	5 W	5 W	5 W
Número de memórias	10	48	20	20	40	21	14	3	10	20	10	49	42
Codificador de chamada seletiva	°	Opcional	°	°	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	°	°	Opcional	°	°
Recodif. de chamada seletiva	–	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	°	Opcional	°	°
Codif./Decod. DTMF	–	–	–	–	–	°	–	–	–	–	–	–	–
Varredura de banda	°	–	°	°	°	°	°	–	°	°	°	°	°
Varredura de memória	°	°	°	°	°	°	°	–	°	°	°	°	°
Essímetro	°	–	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Bd. de rec. ampliada (só 2 m)	°	–	°	°	°	°	–	–	°	ambas	Opcional	Opcional	Opcional
Freqüência mín. stand. (só 2 m)	140	–	138	138	140	141	1260	141	141	141	144	440	140
Freqüência máx. stand. (só 2 m)	151.5	–	174	174	150	173.995	1300	163	163	163	148	450	150
Teclado DTMF	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	Opcional	°	°
Entrada direta de freqüência	°	°	–	°	°	–	–	–	°	°	–	°	°
Altura (cm)	16	12	15	18	14	14	14	17	17	18	15	15	17
Largura (cm)	7	5	7	7	5	6	6	7	7	6	6	6	6
Profundidade (cm)	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3
Peso (g)	600	360	630	680	360	400	400	520	540	540	590	590	630

Fonte: Ham Radio Outlet

Convenção: ° tem – não tem

Observação: UHF de 440 MHz a 450 MHz (fora da banda brasileira de radioamador)

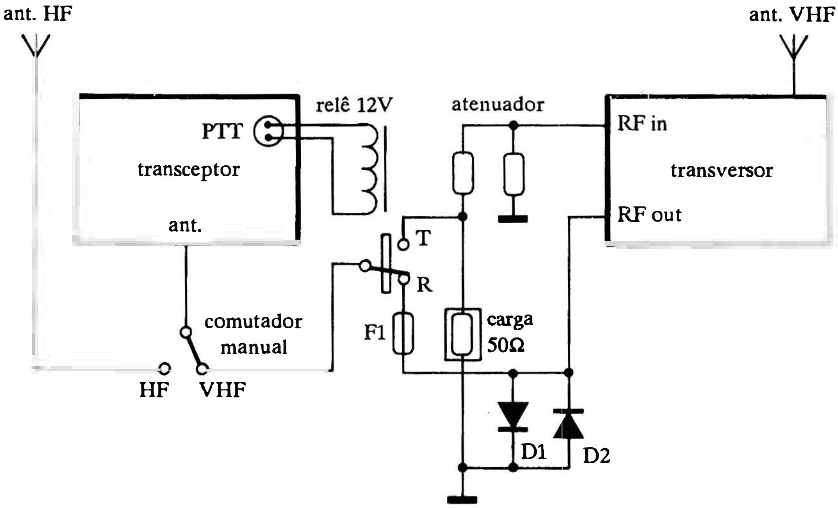
utilização é diferente. O FTV-901R contém os três módulos simultaneamente, e a comutação entre eles se procede por meio de chave; enquanto o FTV-700 só aceita um módulo por vez, e os não utilizados devem ser guardados fora.

Para os que utilizam FTV-901R junto ao transceptor de banda corrida e desbloqueada para a transmissão, um aviso importante: quando não necessitarem de potência de saída total, como no caso de acionamento de repetidoras próximas, podem dispensar em UHF o uso dos segmentos de 430-432, 432-434, 434-436 e 436-438 MHz, utilizando apenas o segmento de 438-440 MHz, sintonizando o transceptor desbloqueado entre 20 e 30 MHz para cobrir a faixa de 430 a 440 MHz. Isso porque o circuito do módulo de UHF é de banda larga, cobrindo em todos os cinco segmentos a mesma banda de 430 a 440 MHz. A grande vantagem da utilização do segmento único de 438 a 440 MHz é a possibilidade de acionar qualquer repetidora deste segmento, com qualquer decalagem, pois as freqüências de entrada e de saída, podem ser programadas no transceptor, desde que a transmissão do transceptor seja desbloqueada.

Esse exemplo já evidencia a validade de nossa afirmação inicial de que um bom transversor nunca fica obsoleto, pois ele acompanha tudo que o transceptor a ele acoplado tiver. Isto se refere a freqüências, tipos de emissão, operação *split*, processador, seletividade variável e qualquer melhoramento que possa ser introduzido nos transceptores futuros.

Mesmo os transversores fabricados antes do advento dos transistores GaAsFET podem ser facilmente atualizados, incorporando no módulo de 2 m, no ramo de recepção, um pré-amplificador GaAsFET miniatura (16 mm x 40 mm) da Hamtronics, cuja largura de faixa é mais do que suficiente para a finalidade, sem a necessidade de sintonia. Eles cabem folgadamente no módulo de 2 m, mas não cabem no módulo de UHF. No módulo de 6 m caberiam, mas geralmente criam problemas de instalação.

A grande maioria dos transceptores base tem saída de baixo nível para excitar transversores. Nos modelos chamados compactos, como os móveis e portáteis, só há uma tomada de antena, e nesse caso, deve-se recorrer a um artifício para casá-los com transceptores. O artifício consiste em mudar a saída do transceptor, por meio de um comutador, no caso de usá-lo em VHF ou UHF, para uma carga de 50 Ω blindada, que agüenta até a potência de 70 W efetivos. Um divisor de tensão é ligado em paralelo com a carga que fornece 6 V RMS, com 100 W de potência no transmissor, e 3 V RMS, necessários para a excitação do transversor, com 25 W de potência no transmissor.



F1 = fusível 0,1A
D1, D2 = diodos de silício 1A/100V ou maior

Fig. 4.1 Ligação de transversor a um transceptor compacto que não possui saída de excitador.

Para a recepção utiliza-se a saída do transversor destinada a receptor externo, entrando no transceptor por meio de um relé que só o liga na posição de recepção.

Quem possuir um pré-amplificador/pré-seletor PT-2, PT-3 ou similar, além de fazer a comutação transmissão/recepção com toda segurança, pode aproveitar ainda um ganho entre 17 e 20 dB do pré-amplificador em 10 m, para aumentar o ganho total do sistema. Para esse fim, o circuito do pré-amplificador pode ser adaptado como consta do esquema do pré-amplificador (ver Item 5.1).

Para o radioamador que procura se equipar com a finalidade de trabalhar com o maior número possível de bandas, que não dispõe de muito dinheiro nem de espaço e que aceita ter um pouco de trabalho a cada vez que muda de HF para VHF e para UHF, um transversor é um bom investimento a longo prazo.

4.4 Amplificadores Lineares

Em HF, a grande maioria dos transceptores e transmissores japoneses para uso no serviço de radioamador tem potência de saída de até 100 W. Alguns modelos de luxo, como o ICOM IC-781 e o Kenwood TS-950SD vêm com potência de 150 W, e o Yaesu FT-1000 vem com potência de saída de 200 W.

Para a maior parte dos comunicados, essa potência é plenamente suficiente, e nem seria conveniente utilizar potência maior, pois ela interferiria em outros receptores sem qualquer utilidade para a comunicação pretendida. Quando há necessidade de aumentar a potência de saída para assegurar, no local de recepção, intensidade de sinal superior ao nível de ruído local, recorre-se ao uso de amplificador linear na transmissão, o que é o equivalente ao pré-amplificador/pré-seletor da recepção. Na prática, é recomendável utilizar ambos juntos, pois, quando a propagação é deficiente em um sentido, ela também é deficiente no outro sentido.

Os regulamentos brasileiros atuais permitem operar com potência média de saída de até 1 000 W, e os norte-americanos, até a potência PEP de 1 500 W. Conseqüentemente, em CW, FM, RTTY, ASCII, AMTOR e Packet Radio, os colegas norte-americanos levam 50% de vantagem sobre os radioamadores brasileiros, enquanto em SSB e em AM, os radioamadores brasileiros levam 33% de vantagem sobre os norte-americanos.

Agora, algumas palavras sobre as classes de amplificadores. O amplificador classe A reproduz fielmente todo o ciclo e oferece a menor distorção, às custas de seu índice de eficiência. Essa eficiência é teoricamente de 50%, porém, na prática, devido a inevitáveis quedas de tensão, fica entre 25 e 30%. Seu ganho de potência, porém, é alto: pode chegar até 30 dB.

O amplificador classe AB tem polarização tal que para níveis baixos de excitação funciona como classe A e para os níveis de excitação maiores como classe B. Assim, exatamente no caso de excitação maior, pode-se chegar a eficiências de 60%. Distinguimos classes AB1 (sem corrente de grade) e AB2 (com corrente de grade).

O amplificador classe B só deixa passar a corrente durante a metade do ciclo, fica com a corrente de placa zero sem excitação e sua eficiência chega a 65%. Quando se utiliza o amplificador classe B para radiofreqüências, com carga de circuito ressonante de Q igual a 5 ou maior, a metade faltante da onda é completada pela oscilação no circuito ressonante (que armazena energia), ficando sua eficiência ao redor de 60%. O ganho de potência de um estágio classe B chega a 25 dB.

No amplificador classe C, a corrente de placa só flui durante uma pequena parcela de um semiciclo (perto do pico da onda), porém é o suficiente para excitar a válvula, com um circuito tanque de alto Q, até chegar a saturação. A eficiência do amplificador classe C chega a 70 e até a 85%, porém seu fator de ganho de potência é menor (tipicamente abaixo de 20 dB), necessitando maior excitação.

As classes D até H de amplificadores são sistemas modernos e ainda pouco usados no serviço de radioamador, a não ser a bordo de satélites amadores que requerem altíssima eficiência.

Do acima exposto, temos duas classes largamente utilizadas no serviço de radioamador: em ondas curtas, os amplificadores para SSB e CW são, via de regra, de classe AB1, isto é, de classe A para excitação baixa e classe B para excitação mais intensa, sem corrente de grade, com eficiência média de 60%. Em VHF e UHF, para FM e CW, os amplificadores são, em sua grande maioria, classe C, com eficiência de 70% ou mais, a não ser que eles se destinem a amplificar SSB, caso em que passam a operar em classe AB1, com eficiência ao redor de 60%.

Depois dessas considerações, podemos voltar aos amplificadores lineares para ondas curtas, destinados ao uso em SSB e CW e que operam, como vimos acima, na classe AB1, com eficiência de aproximadamente 60%.

Assim sendo, para uma saída de 1 000 W, podemos utilizar potência de entrada de 1 666 W (com dissipação máxima de 666 W) e para uma saída de 1 500 W, podemos utilizar uma potência de entrada de 2 500 W (com dissipação máxima de 1 000 W).

A potência de entrada pode ser facilmente calculada pelo radioamador, utilizando os próprios instrumentos do amplificador linear, bastando multiplicar a tensão de placa pela corrente de placa.

Nem todos os amplificadores lineares chegam à potência máxima legal. O amplificador linear brasileiro MAC-2 000 chega a 800 W com cinco válvulas 6KD6, uma das soluções mais baratas do ponto de vista das válvulas.

Falando de potência, e tendo os radioamadores ouvido falar de potências PEP e efetiva, damos, a título de orientação, a seguinte equivalência aproximada para os amplificadores lineares classe AB1: 1 kW de entrada DC fornece aproximadamente 600 W de saída efetiva em CW, RTTY e FM, e aproximadamente o dobro disto, 1 200 W de saída PEP em SSB.

A grande maioria dos amplificadores lineares de HF foi projetada para a dissipação de calor equivalente aos modos SSB e CW, nos quais a onda portadora não fica ligada continuamente com a sua amplitude máxima. Nesses amplificadores, quando se opera em RTTY ou em FM, recomenda-se reduzir a corrente de placa para a metade da utilizada em CW ou nos picos de modulação de SSB.

O projeto de um amplificador linear para o uso de radioamador em HF não é fácil. Ele deve cobrir, via de regra, oito bandas desde 1,8 até 30 MHz; as ressonâncias de RF devem cair fora de todas essas bandas, e, finalmente, ele deve ter proteção embutida contra o erro de operação, pois as potências

envolvidas podem causar muito prejuízo, tanto a si mesmo quanto a outros integrantes da estação de radioamador.

Durante muitos anos, os amplificadores lineares só contavam com uma ou duas válvulas, circuitos de sintonia de entrada e de saída, fonte de alimentação e com os dispositivos essenciais de proteção. Recentemente os fabricantes começaram a lançar modelos mais sofisticados. A Yaesu lançou um que muda de banda automaticamente quando o transceptor FT-736B muda. Outros têm memória, voltando automaticamente ao ajuste anterior. Ainda outros são de banda larga, dispensando sintonia. Há também os de estado sólido, com fonte de alimentação de 80 a 100 A, e que contêm, de quebra, mais uma fonte de 20 A para alimentar o transceptor excitador, evitando a necessidade de duas fontes (ver também Item 20.2).

Além da ligação da rede, da entrada de excitação e da saída de antena, os amplificadores lineares têm, ao menos, dois conectores: um para o PTT e o outro para o ALC, controle automático de nível. Quando se utiliza um amplificador linear valvulado, como a maioria, em conjunto com um transceptor transistorizado, não se pode ligar a tomada PTT diretamente ao transceptor, pois a tensão para o bloqueio de corrente de placa de válvula, geralmente presente nesse ponto com 100 a 150 V, poderá facilmente danificar o transceptor. Deve-se utilizar, de preferência, um relé eletromecânico para o isolamento das duas unidades, com bobina de 12 V acionada pelo transceptor.

A tomada ALC destina-se a limitar a excitação pelo transceptor em níveis permitidos ao amplificador linear, para evitar superexcitação, prejudicial tanto ao amplificador quanto aos vizinhos, que sofrerão com as interferências geradas. Se a tensão de controle ALC for elevada demais para o transceptor, reduzindo muito a saída deste, ela pode ser ajustada por um potenciômetro externo, inserido no cabo de interligação.

Os amplificadores lineares, lançados na época de preponderância de transceptores de saída valvulada, nem sempre apresentam impedância de entrada de 50 Ω puramente ôhmicos em todas as suas faixas de operação. Os transceptores modernos, com saída de banda larga em estado sólido, através de seus dispositivos de proteção embutidos, reduzem sua potência de saída em casos de descasamento. Assim sendo, quando se utilizam amplificadores lineares antigos junto aos transceptores totalmente transistorizados, convém utilizar entre os dois um acoplador (transformador de impedâncias), que permitirá aplicar ao amplificador linear a potência total de saída do transceptor.

Para maior duração da válvula[1] amplificadora, recomendam-se:

1. Para mais detalhes sobre o prolongamento da vida de válvulas transmissoras, ver Item 10.1.

a. não excitar demais até ter o anodo vermelho em conseqüência do calor dissipado;

b. garantir bom resfriamento, utilizando, eventualmente, uma ventoinha adicional, além daquela já prevista no amplificador;

c. não excitar antes de decorrer o tempo de aquecimento estipulado no seu manual ou nas especificações do fabricante da válvula;

d. se possível evitar os choques térmicos ao filamento pela ligação repentina da corrente de filamento. Se possível, utilizar aplicação de tensão de filamento por etapas (automático ou manual) ou por reostato no primário do transformador (manual).

Embora nos amplificadores de VHF e de UHF também seja hábito falar de amplificadores lineares, na realidade a grande maioria é classe C, isto é, em nada é linear.

Para a maior parte dos usuários, que opera em FM, e ocasionalmente em CW ou em RTTY, nem é necessário ser linear, pois inexiste modulação em amplitude. Para eles, um amplificador classe C, não-linear, é mais vantajoso, pois apresenta eficiência mais elevada. Todavia, para os radioamadores que operam com o modo SSB em VHF e em UHF, para DX ou para o trabalho com os satélites, o amplificador deve ser realmente linear. Existem amplificadores de VHF e UHF que, com um comutador externo FM/SSB, podem mudar da classe C para a classe AB1; outros, que contêm relé transmissão/recepção (bi-lineares), mudam também a constante de tempo do relé.

As potências de amplificadores de VHF e UHF em FM para os carros chegam até 160 W, embora hoje em dia seu uso seja mais raro, pois se fabricam transceptores de até 75 W. Para DX e para o trabalho com o satélite de órbita alta usam-se amplificadores de até 300 W. Para a reflexão lunar, para a troporrefração e para a reflexão por meteoritos, utiliza-se até 1 kW, como nos modelos da Henry Radio.

A título de informação, damos abaixo as característiccas técnicas dos amplificadores lineares destinados às bandas decamétricas, hoje mais comumente utilizadas (ver Tabela 4.4). Todos podem ser estendidos para as bandas de 10 e 12 m, conforme orientação fornecida pelos próprios fabricantes (nos Estados Unidos, essa informação só pode ser fornecida a radioamadores licenciados, a fim de prevenir seu uso por operadores do serviço rádio do cidadão). Os amplificadores lineares, que operam com alimentação de 13,6 e 13,8V, são de estado sólido. Os dados foram fornecidos pelos próprios fabricantes.

TABELA 4.4

Amplificadores lineares para Ondas Decamétricas

Fabricante	Modelo	Bandas	Modos	Pot. excit. (W)	Pot. saída (W)	Alimentação (V)	Consumo (A)	Peso (kg)
Ameritron	AL-1500	180-15	SSB, CW	100	500 + W	220 VAC	15	32
	AL-1200	160-15	SSB, CW	100	500 W	220 VAC	15	32
	AL-80A	160-15	SSB, CW	100	1.200 W	110/220 VAC	15/10	18
	AL-82	160-15	SSB, CW	100	1.500 W	220 VAC	15	35
	AL-84	80-15	SSB, CW	100	800 W	110/220 VAC	15/10	12
Heathkit	SB-1000	160-15	SSB, CW	85	4.000 W PEP	120/240 VAC	12/6	34
Icom	IC-2KL	160-15	SSB, CW	100	500 W	110/220 VAC		18
	IC-4KL	160-15	SSB, CW	100	1.000 W	110/220 VAC		
Kenwood	TL-922A	160-15	SSB, CW	100	1.500 W	110/220 VAC	20/10	32
Metron/Magnus	MA-1000B	160-15	SSB, CW	80	600 PEP	13.8 VAC	70	8
Mirage	HF10080	160-15	SSB, CW	50	800 W PEP	13.8 VDC	88	10
	HF100150	160-15	SSB, CW	50	1.500 W	110/220 VAC		
Ten-Tec	425 Titan	160-15	SSB, CW	100	1.500 + W	220 VAC	20	28
	420 Hercules	160-15	SSB, CW	85-80	500 W	13.8 VDC	80	7
	423 Centurion	160-15	SSB, CW	100	1.500 W	220 VAC	20	29
Yaesu	FL-7000	160-15	SSB, CW	100	600 W	110/220 VAC	20/10	27

Fonte: Ham Radio Outlet.

5. ACESSÓRIOS QUE MUITOS RADIOAMADORES PODEM MONTAR

5.1 Pré-amplificador/Pré-seletor para Ondas Curtas

Para a recepção de sinais débeis, especialmente em ambientes de baixo nível de ruído externo, é muito útil empregar um pré-amplificador/pré-seletor. O modelo que citamos como exemplo, o PT-2 da Ameco, com ligeiros melhoramentos introduzidos pelo autor, utiliza um único transistor 40 673 e proporciona ganho entre 17 e 20 dB, conforme a posição do capacitor variável de sintonia. O melhoramento introduzido consta de proteção contra a transmissão através do aparelho com a sua alimentação desligada e contra a qual a única proteção embutida pelo fabricante é o resistor R12, de 1 Ω, 1/8 W. Para prevenir a queima e troca desse resistor por ligação acidental, o autor:

a. utilizou um par de contatos da chave de alimentação para desligar a linha proveniente do transmissor quando esta chave estiver desligada;

b. incorporou um segundo relé, relé 2, também de 12 V que só liga a saída do pré-amplificador ao comutador *in-out* quando o pré-amplificador recebe alimentação.

Com essa proteção extra, o pré-amplificador resiste a qualquer erro de operação.

Para a utilização do pré-amplificador como separador transmissão/recepção no uso de transversores em conjunto com transceptores compactos, deve-se fazer outra alteração, que consta do esquema da Fig. 5.1.

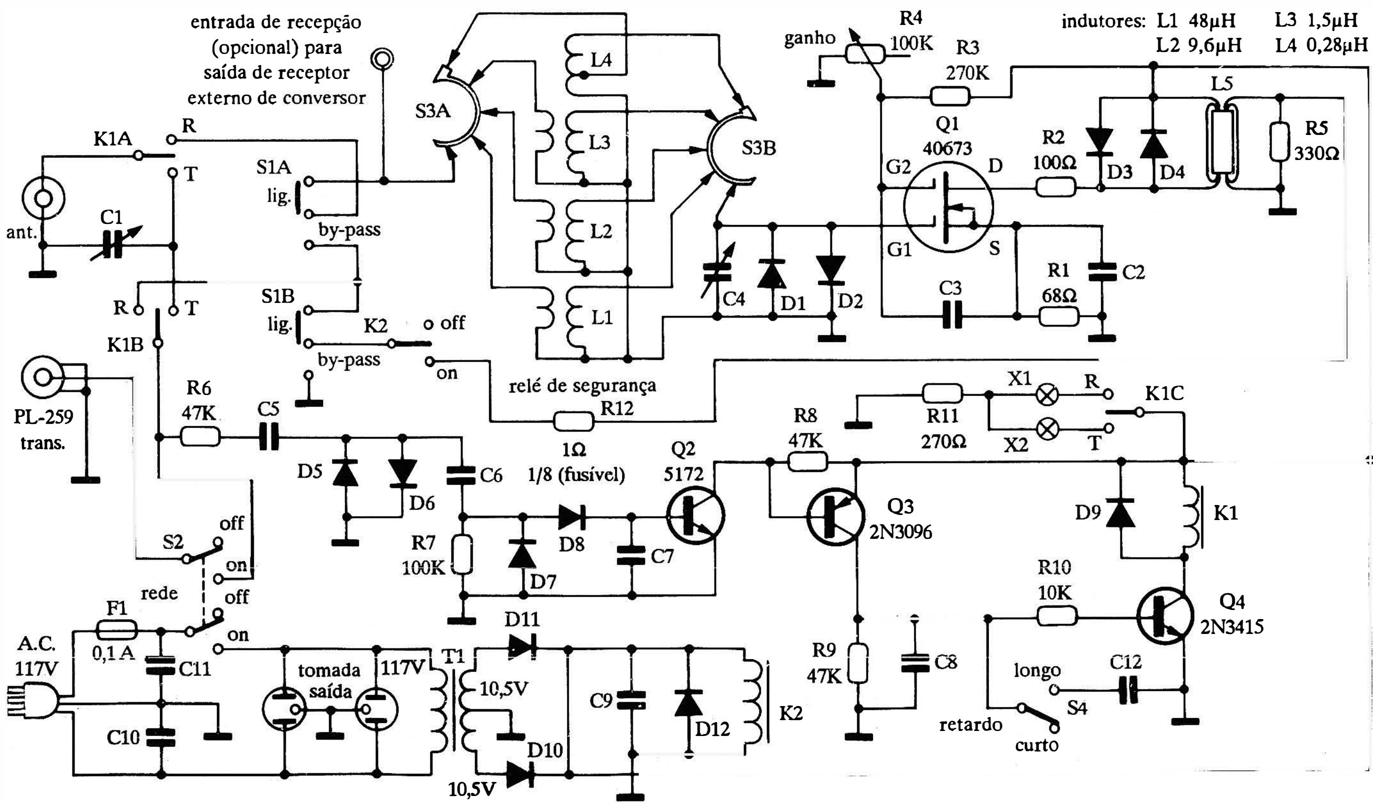


Fig. 5.1 Esquema de pré-amplificador/pré-seletor PT-2 modificado pelo autor.

Lista de Material

Transistores
Q1: MOSFET de dupla porta isolada 40673
Q2: 5172
Q3: 2N3096
Q4: 2N3415

Diodos
D1-D4: OA90
D5-D12: BY127

Resistores (1/4 W, ±10%, salvo menção em contrário)
R1: 68 Ω
R2: 10 Ω
R3: 270 kΩ
R4: 100 kΩ, potenciômetro
R5: 330 Ω
R6: 47 kΩ
R7: 100 kΩ
R8: 47 kΩ
R9: 47 kΩ
R10: 10 kΩ
R11: 270 Ω
R12: 1 Ω 1/8 W (funciona como fusível)

Capacitores
C1: 3-30 pF ajustável
C2,C3: 0,1 μF, 250 V, poliéster metalizado
C4: 10-160 pF variável
C5: 39 nF
C6: 4,7 nF
C7: 470 pF
C8: 4,7 μF
C9,C12: 220 μF
C10,C11: 10 nF

Indutores
L1: 48 μH
L2: 9,6 μH
L3: 1,5 μH
L4: 0,28 μH

L5: primário, cinco espiras; secundário, três espiras. Enrolamentos em núcleo cilíndrico de ferrita de 6 mm de diâmetro externo, 3 mm de diâmetro interno e 12,7 mm de comprimento

F1: fusível 0,1 A
Lamp. 1: 50 mA miniatura
Lamp. 2: 50 mA miniatura
K1/K2 relé 1/relé 2: 12 V, 80 mA, 150 Ω
Transformador: primário: 117 V
secundário: 2x10,5 V, 20 mA
Limite das bandas: 1,8-4,0 MHz
4,0-10,0 MHz
10-23 MHz
23-54 MHz

5.2 Pré-amplificadores para UHF com Transistores e J-FET

Na faixa de UHF, a insuficiência de sensibilidade dos receptores muitas vezes constitui problema. Aqui apresentamos dois modelos de pré-amplificadores que os radioamadores podem montar, utilizando transistores e J-FET facilmente encontrados.

As Figs. 5.2 e 5.3 apresentam os esquemas dos dois modelos: o modelo americano emprega J-FET tipo 2N5245 e o modelo alemão, transistores de junção tipo AF279. O ganho do modelo americano é de 20 dB, com figura de ruído entre 3 e 5 dB, e o do modelo alemão, de 25 dB, com figura de ruído de 2 dB, segundo indicação dos fabricantes.

Sem sintonização, o pré-amplificador cobre uma faixa correspondente a 1% da freqüência (em nosso caso, 4,5 MHz, o que é plenamente suficiente para a saída das repetidoras de UHF (entre 438 e 440 MHz). Todavia, mediante sintonização com varicaps e um potenciômetro, o pré-amplificador poderá cobrir de 430 até 440 MHz.

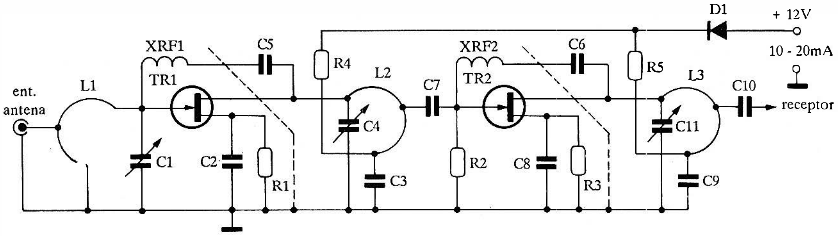


Fig. 5.2 Modelo norte-americano (Vanguard 202) do pré-amplificador de 430-440 MHz.

Lista de Material

Semicondutores

TR1,TR2: transistor de efeito de campo de junção, de baixo ruído, canal N, 2N5245 ou similar.

D1 - diodo 1N198 ou equivalente

Resistores (1/4 W, ± 10%)

R1,R3: 100 Ω

R2: 100 kΩ

R4,R5: 330 Ω

Capacitores

C1,C4,C11: 0-10 pF, variável miniatura

C2,C5,C6,C8: 0,001 μF, 250 V, poliéster metalizado

C3,C9: 500 pF, 250 V, poliéster metalizado

C7: 100 pF, 250 V, poliéster metalizado

C10: 10 pF, cerâmico

Diversos

L1: bobina de formato especial forma M, fio prateado de 1,6 mm^2 (n. 15 AWG)

L2: uma espira, com 10 mm de diâmetro, de fio prateado de 1,6 mm^2 (n. 15 AWG), derivação na terceira parte de espira, a contar do extremo vivo

L3: três espiras, com 5 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento, de fio prateado de 1,6 mm^2 (n. 15 AWG), derivação a meia espira, a contar do extremo de massa

XRF1,XRF2: reator de RF: dez espiras de fio de 0,2 mm^2 (n. 24 AWG), enrolado em forma de solenóide de 2,5 mm de diâmetro e 7 mm de comprimento

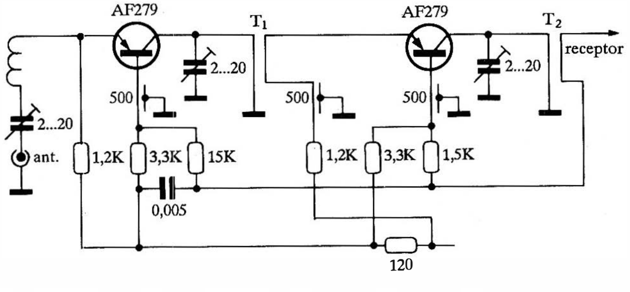


Fig. 5.3 Modelo alemão (Richter) do pré-amplificador de 430-440 MHz.

Os fabricantes dos pré-amplificadores J-FET acima descritos são: Vanguard Labs, 196-23 Jamaica Avenue, Hollis NY 11423, USA; e Richter Co., D 3000 Hannover, Alemannstrasse 17-19, Germany.

Para os trabalhos com os satélites, recomendamos inserir entre a antena e esses pré-amplificadores, possivelmente junto à antena, um pré-amplificador GaAsFET (ver Item 14.9). A combinação dos dois pré-amplificadores alia baixíssimo nível de ruído a elevado ganho de sinal.

5.3 Processador de Áudio de Fácil Montagem

Existem vários meios para aumentar o alcance e a penetração de uma estação de radioamador. Podem-se empregar antena de maior ganho, torres mais altas, amplificadores lineares ou processadores de voz, de RF ou de audiofreqüência. Entre todos, o que proporciona o mais alto índice dB/QSJ é o processador de áudio. Com o custo de pouco QSJ ele pode elevar o sinal recebido no outro lado de 5 a 6 dB e, através da modificação da curva de resposta[1], causa um impacto ainda maior no ouvido do outro radioamador.

Vários equipamentos modernos já vêm equipados da fábrica com o processador de voz, que consideramos útil para o bom aproveitamento da transmissão. Porém, mesmo os possuidores de equipamentos mais antigos, ou que não incorporaram este acessório, podem montar os seus processadores em apenas algumas horas de trabalho.

Até alguns anos atrás, os adversários dos processadores de voz alegavam que as válvulas de saída de RF, especialmente nos equipamentos que empregavam naquele estágio - válvulas de saída horizontal de televisão em cores - não agüentariam, a longo prazo, a carga média, mais elevada do que aquela para a qual o transmissor fora projetado. Se as próprias fábricas, em modelos posteriores, incorporavam o processador de voz, é porque certamente já o submeteram a exaustivos testes e experiências, não tendo motivo para ter receio quanto à vida das válvulas, desde que estas não se avermelhem durante a operação.

As opiniões, obviamente, divergem. O autor costuma fazer experiências em seus QSO, perguntando se seu interlocutor prefere o som com ou sem processador. Por incrível que pareça, a maioria dos interlocutores, mesmo de distâncias médias e pequenas, preferiu ouvir o processador com as freqüências baixas atenuadas e pediu-nos para mantê-lo no circuito. Nenhum deles reclamou de qualquer distorção porventura causada pelo ceifamento.

1. Para maiores informações sobre a modificação da resposta de áudio a favor dos agudos, ver o Item 2.3.

A construção do processador é muito simples: ele contém apenas dois transistores comuns, dois diodos e mais alguns componentes passivos. Na entrada, depois de um reator de RF destinado a impedir regeneração de radiofreqüência, um potenciômetro ajusta o nível do sinal de entrada e, com isso, a compressão (ver Fig. 5.4).

Dois transistores em cascata elevam a tensão do sinal ao nível necessário para que ele seja aplicado a um atenuador variável, que consiste em um resistor de 10 kΩ em série com dois diodos de germânio, ligados em antiparalelo.

Para os níveis de som baixos, os diodos se comportam, na prática, como resistências infinitas, não causando atenuação alguma. À medida que o sinal aumenta, os diodos começam a conduzir, atenuando o sinal em função de sua amplitude. Além da atenuação, os diodos também funcionam como limitadores, evitando que a modulação produzida pelo sinal ultrapasse 100%.

A fim de alcançar, com uma certa potência, maior penetração e inteligibilidade, concentramos grande parte da energia de radiofreqüência nos agudos, reduzindo os graves que absorvem muita energia, mas em nada contribuem para a inteligibilidade da mensagem (ver Item 2.3).

A modificação da curva de resposta foi obtida por meio de um capacitor de acoplamento de baixo valor. Esse valor pode variar de acordo com o tipo de microfone usado.

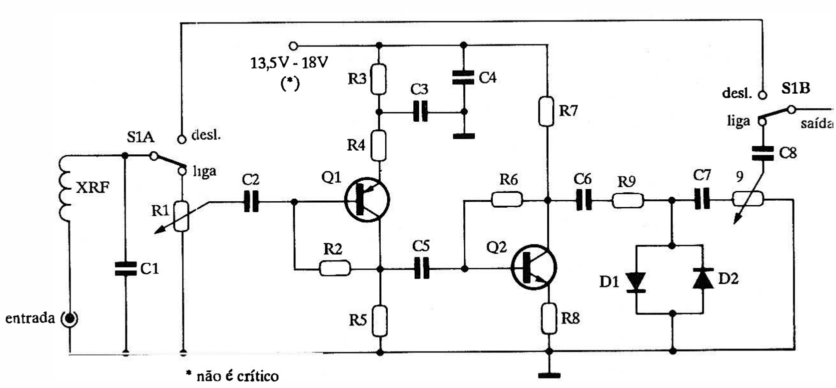


Fig. 5.4 Diagrama esquemático do processador de áudio.

Lista de Material

Semicondutores
D1,D2: diodos de germânio, 1N34 ou equivalente

TR1: BC126 ou equivalente
TR2: BC109 ou equivalente

Resistores (todos de 1/4 W)
R1: 500 kΩ, potenciômetro logarítmico
R2: 4,7 MΩ
R3,R7,R9: 10 kΩ
R4: 22 kΩ
R5: 47 kΩ
R6: 1 MΩ
R8: 470 Ω
R10: 10 kΩ, potenciômetro miniatura (*trimpot*)

Capacitores
C1: 0,0002 μF
C2,C4: 0,15 μF
C3: 3 μF, 25 V, eletrolítico
C5: 0,001 μF
C6,C8: 1 μF
C7: 0,1 μF

Diversos
S1: chave de dois pólos, duas posições
XRF: reator de RF de aproximadamente 2,5 mH
Jaque, plugue e cabo blindado
Plaqueta de circuito impresso, solda etc.

Na saída do processador de voz há um potenciômetro miniatura, cuja finalidade é ajustar a amplitude do sinal de saída, para não sobrecarregar o estágio de entrada do transmissor.

Há vários métodos para a alimentação do processador de voz. Podem-se utilizar duas baterias miniaturas de 9 V ligadas em série ou construir uma fonte de alimentação avulsa, desde que ela possua uma boa filtragem. O autor não quis se preocupar com o desligamento das baterias ou da fonte e procurou outra solução.

A maioria dos transceptores possui hoje em dia uma tensão de 13,5 V CC. Esta tensão deve ser ligada a um pino vazio do jaque de microfone e, através do plugue e do cabo que vamos descrever adiante, trazida ao processador. Dentro do processador há apenas um reator de filtragem, com alta impe-

dância, porém para corrente mínima (apenas alguns miliampères), bem como um capacitor eletrolítico para a filtragem adicional da ondulação eventualmente ainda presente na CC do transceptor.

Um jaque de quatro pinos idêntico ao do transmissor foi instalado na caixa do processador para a entrada do microfone. Na saída, liga-se o processador ao transceptor, através de um cabo blindado gêmeo, fabricado originalmente para os gravadores. Os quatro condutores, dois internos e dois externos, estão sendo usados para áudio, terra, PTT (*push to talk*) e 13,5 V, sendo que um dos dois últimos fica blindado sem necessidade.

Todos os colegas que já montaram o processador ficaram contentíssimos com os resultados e acharam que o tempo e o QSJ eram muito bem aproveitados. O autor já entrou várias vezes em "briga" de DX, concorrendo com estações estrangeiras de muito maior potência, e a emissora ouvida em primeiro lugar era, invariavelmente, a que se destacou entre as outras, por sua tonalidade e pela facilidade de compreensão, graças ao processador de áudio acima descrito.

5.4 Um Filtro Ativo para todos os Tipos de Emissão

Muitas vezes só a alteração da resposta de áudio pode tornar a recepção inteligível. Esse filtro vai mais longe: ele permite copiar CW com vários decibéis abaixo do nível de ruído.

Para obter o maior número de contatos em condições difíceis, dentro das limitações relativas à radiofreqüência (potência do transmissor, sensibilidade e seletividade do receptor e ganho do sistema irradiante), o radioamador muitas vezes pode ser forçado a recorrer a técnicas de modificação de resposta de audiofreqüência, pelos motivos já expostos no Item 2.3.

É possível montar um filtro passivo muito elementar para receber com fone de ouvido: em lugar da diminuição da impedância, de 100 para 10 Ω (recomendada pelo fabricante do transceptor), para o fone de ouvido, por meios resistivos, instalamos um pequeno transformador de redução, cujo primário está ligado à saída do receptor através de um capacitor (cujo valor pode estar entre 0,001 e 0,01 μF, conforme o transformador e o gosto do radioamador). Este filtro passa-altas corta suavemente os ruídos abaixo de 200 ou 300 Hz e deixa passar as freqüências essenciais.

O arranjo simples acima descrito é tão bom que, mesmo dispondo de um filtro ativo, às vezes utilizam-se os dois juntos (o passivo depois do ativo) a fim de liberar a atuação do filtro ativo para outros tipos de interferências simultaneamente presentes, bem como para reduzir os ruídos inerentes ao filtro

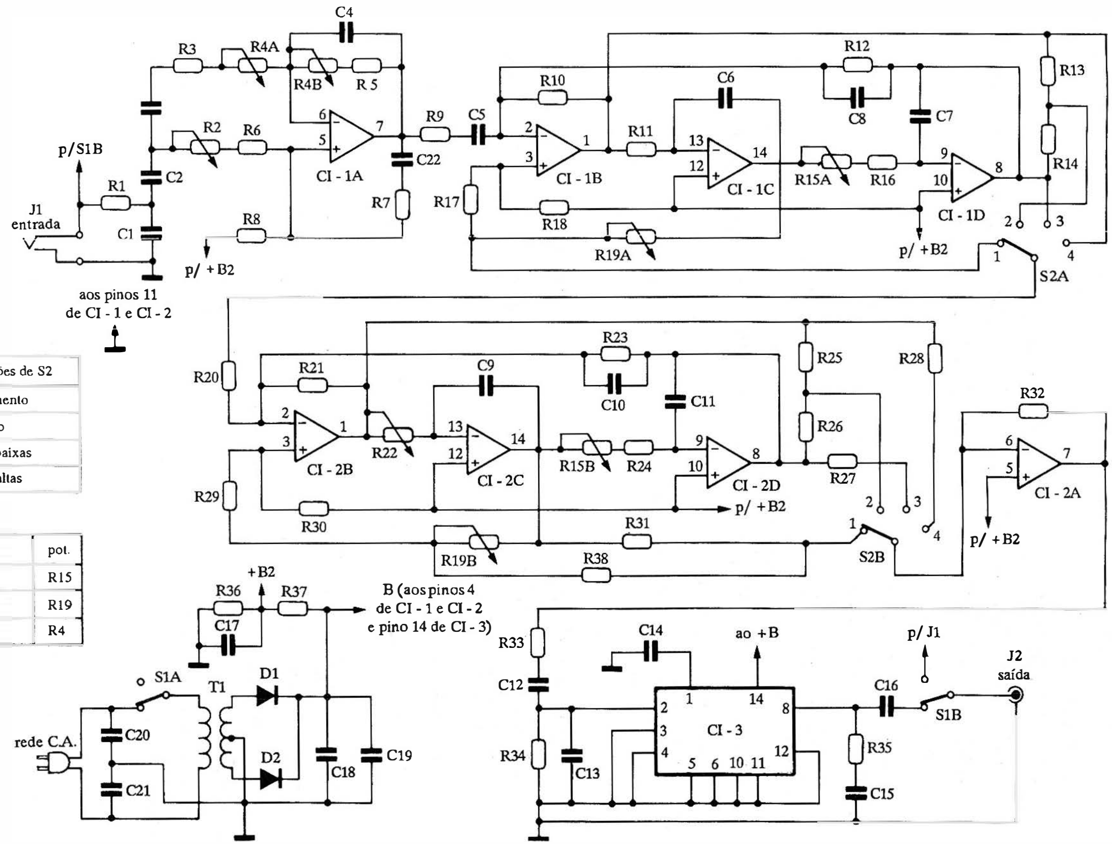
ativo, no caso de sons particularmente fracos. O uso de filtros ativos para a modificação da resposta de áudio no serviço de radioamador não é novidade. Amadores da "antiga guarda" devem se lembrar dos filtros *Select-o-ject* valvulados, de tamanho comparável ao dos transceptores completos de hoje. Além da redução drástica de tamanho, os filtros ativos de hoje, utilizando apenas alguns circuitos integrados bem como componentes passivos, oferecem recursos muito superiores aos de seus antecessores.

Procuramos apresentar um filtro o mais versátil possível, e nossa opção lógica recaiu sobre o modelo projetado pelo radioamador americano Bill Onesky, W6DYD (que trabalha com filtros ativos desde 1972). A firma dele se chama Autek Research, e o modelo é o QF-1A. Este filtro consta de duas partes: filtro principal com quatro funções (rejeição, aguçamento, passa-baixas, passa-altas); filtro auxiliar (rejeição).

Os controles permitem operar dentro dos seguintes limites de parâmetros:

- filtro principal: rejeição e aguçamento até 70 dB; freqüência: 250 a 2 500 Hz (correspondente à faixa de voz); seletividade (-3 dB): 14 a 2 500 Hz (isto é, até resposta plana);
- filtro auxiliar: rejeição de 36 a 60 dB, conforme a freqüência; freqüência: 80 a 11 000 Hz (para cobrir qualquer som audível no fone).

Quando surgir a necessidade de rejeição maior que 70 dB, os dois filtros de rejeição podem ser ajustados na mesma freqüência, com efeito aditivo. O filtro que aparece na Fig. 5.5 já contém uma fonte de alimentação que transforma 110 V CA em 12 V CC. O consumo do filtro ligado, sem uso, é inferior a 0,5 W. O circuito também contém bloqueio contra a interceptação de radiofreqüência.



posição	funções de S2
1	aguçamento
2	rejeição
3	passa-baixas
4	passa-altas

controles	pot.
freq. principal	R15
seletividade	R19
freq. rejeição aux.	R4

Fig. 5.5 Diagrama esquemático completo do filtro ativo apresentado no texto.

Lista de Material

Semicondutores
CI1,CI2: LM348N, MC4741 ou equivalentes
CI3: amplificador de potência de áudio LM380 ou equivalente
D1,D2: 1N4001, 1N4002, 1N4007, BY127 ou equivalentes

Resistores (todos de 1/4 W, ± 10%)
R1, R13, R14, R25, R26: 3,9 kΩ
R2, R22: 10 kΩ, potenciômetro miniatura (*trimpot*)
R3, R5, R11, R16, R18, R24, R34: 3,3 kΩ
R4, R15, R19: 500 kΩ (ou 470 kΩ), potenciômetro linear duplo[2]
R6: 15 kΩ
R7, R24, R29, R30: 1 kΩ
R8, R9, R31, R33: 47 kΩ
R10, R12, R17, R32: 20 kΩ (ou 22 kΩ)
R20, R21, R23: 6,8 kΩ
R27, R28, R35, R38: 10 kΩ
R36, R37: 100 kΩ

Capacitores
C1, C2, C20, C21: 0,01 μF, 1 000 V, cerâmica ou poliéster
C3: 0,001 μF, 50 V, cerâmica ou poliéster
C4, C5, C6, C7, C9, C11, C12, C13, C19: 0,018 μF (ou 0,015 F), 50 V, poliéster
C8, C10: 220 pF, 50 V, cerâmica
C14, C17, C22: 22 μF, 16 V, eletrolítico
C15: 0,1 μF, 50 V, poliéster (ou 250 V, poliéster metalizado)
C16: 100 μF, 16 V, eletrolítico
C18: 1 000 μF, 25 V, eletrolítico

Diversos
T1: transformador de alimentação. Primário: tensão da rede local; secundário: 12 V - 0 - 12 V, 200 mA (mínimo)
J1: plugue, em conformidade com a saída do receptor

2. As duas metades dos potenciômetros duplos devem ser as mais uniformes possíveis, para obter bom aguçamento.

J2: jaque fêmea, de acordo com o plugue dos fones usados
S1: chave de dois pólos e duas posições
S2: chave de dois pólos e quatro posições

5.4.1 Calibração

Para a calibração perfeita do filtro, são necessários um gerador de audiofreqüência na entrada e um osciloscópio, ou voltímetro de CA na saída. Se não possuir nem o osciloscópio nem o voltímetro CA, resultados aceitáveis podem ser obtidos pelo ''ouvidômetro''.

O sinal de entrada deve ser mantido em nível baixo, a fim de evitar saturação. Para a maioria dos casos, a freqüência de 800 Hz fornece o melhor resultado como ponto de alinhamento (além de ser muito usado em telegrafia, o valor de 800 Hz é a média geométrica entre 250 e 2 500 Hz, e está perto da média geométrica entre 80 e 11 000 Hz). Todavia, se houver interesse especial por qualquer outra freqüência, o filtro poderá ser a ela ajustado.

Para ajustar o filtro de rejeição auxiliar, o potenciômetro duplo R4 deve ser posicionado no mínimo de saída (em 800 Hz), e depois o potenciômetro miniatura (*trimpot*) R2, também no mínimo. Sendo os dois controles interdependentes, os dois ajustes devem ser repetidos até acusar o mínimo em ambos. Para se conseguir o mínimo bem acentuado, é essencial que as duas partes dos potenciômetros *tandem* sejam possivelmente idênticas (ver lista de componentes).

O seletor de função deve ser posto na posição de aguçamento; o controle de seletividade, em seletividade máxima (20 Hz); e o filtro de rejeição auxiliar, em freqüência máxima, para o ajuste do filtro principal. Injetando-se 800 Hz na entrada, ajustamos o potenciômetro duplo de freqüência (R15) para o máximo de saída, e o potenciômetro miniatura (*trimpot*) - R22 - também para o máximo. Repetimos as duas operações interdependentes alternadamente, até que ambos os controles estejam em posição de máximo.

5.4.2 Modos de utilização

O filtro modelo QF-1A apresentado no diagrama da Fig. 5.5 é extremamente versátil, e se houver possibilidade de tirar a interferência do sinal e fazê-lo inteligível, ele o conseguirá. O melhor sistema de sua utilização se encontra, obviamente, através de seu uso prático. Todavia, como ponto de partida, podemos dar as seguintes indicações:

a. para ouvir telegrafia, usar posição de aguçamento, com a freqüência

desejada, estreitando a seletividade até o ponto ideal. Quem gosta de ouvir telegrafia em freqüência baixa, pode usar a posição passa-baixas;

b. para ouvir voz com picos saturados (harmônicos): posição passa-baixas, seletividade aberta (posição do potenciômetro entre sete e nove horas do relógio), freqüência de corte entre 1 500 e 2 500 Hz (sete a onze horas do relógio);

c. para ouvir voz com interferência moderada: posição de aguçamento, seletividade moderada (sete a nove horas do relógio), freqüência ajustada para a melhor inteligibilidade. Pode-se usar, também, posição de passa-altas, com alta seletividade (três a cinco horas do relógio), com freqüência de corte de 250 Hz (final do curso, à direita do controle) e com filtro de rejeição auxiliar na posição de nove horas do relógio;

d. apitos múltiplos podem ser eliminados normalmente com a rejeição auxiliar. Todavia, a rejeição principal é mais profunda (até 70 dB). A profundidade varia inversamente com a seletividade, de forma que os dois controles devem ser ajustados para se obter a maior rejeição do sinal interferente, junto a menor atenuação do sinal desejado. Para encontrar a freqüência interferente, esta pode ser procurada na posição de aguçamento, mudando, depois, a chave para "rejeição", e reajustando ligeiramente a freqüência, pois há uma pequena diferença entre as duas posições. Existindo duas freqüências interferindo simultaneamente, elimina-se a mais fraca com a rejeição auxiliar, e a mais forte, com a rejeição principal;

e. telegrafia fraca se reforça com aguçamento na freqüência desejada, com seletividade aumentada até a um ponto que não cause regeneração;

f. sinais fortes podem ser ouvidos com rejeição auxiliar na freqüência de 11 000 Hz (para todos os efeitos inativada), e com as seguintes posições do filtro principal: aguçamento: seletividade mínima (sete horas do relógio), freqüência central (doze horas do relógio); rejeição: seletividade máxima (cinco horas do relógio) e freqüência de 2 500 Hz (sete horas do relógio); passa-baixas: seletividade mínima (sete horas do relógio), freqüência de 2 500 Hz (sete horas do relógio); passa-altas: seletividade moderada (duas horas do relógio), freqüência de 250 Hz (cinco horas do relógio);

g. para RTTY, SSTV e ASCII e outras aplicações similares, na maioria dos casos convém rejeitar freqüências baixas na posição de passa-altas, seletividade e freqüência principal nas posições de dez a doze horas do relógio. Apitos de CW podem ser rejeitados com o filtro auxiliar. Todavia, conforme o caso, outras combinações de controles podem dar bons resultados;

h. para captação de reflexão lunar ou difusão troposférica, usa-se o

máximo de seletividade (14 Hz) na posição de aguçamento, melhorando a relação sinal/ruído com aproximadamente 7 dB.

Além do serviço de radioamador, o filtro, que acabamos de descrever, serve também na recepção, sob condições precárias, de estações de radiodifusão, obviamente limitado a programas falados.

Vários transceptores modernos da classe sofisticada já contêm filtros ativos de rejeição como equipamento original. Todavia, nenhum desses filtros ativos incorporados oferece a versatilidade do filtro descrito, que pode ser testemunhado por muitos radioamadores que, antes do advento dele, sentiram-se frustrados por não poder tornar inteligíveis sinais que sabiam existir entre uma infinidade de ruídos interferentes.

Ao terminar os trabalhos deste Handbook, apareceram no mercado filtros digitais, e também automáticos que se sintonizam nas freqüências dos apitos interferentes.

5.5 Triplicadores de Freqüência para a Transmissão em UHF

Muitos radioamadores, que operam atualmente em 2 m, hesitam em iniciar novas atividades em 70 cm, pelo elevado custo de novos equipamentos.

Na transmissão, a solução indicada é um triplicador de freqüência, constante de um diodo gerador de terceiro harmônico (varactor) com o filtro associado de segundo harmônico.

Utilizando o mesmo transceptor para VHF e UHF, e tendo em VHF um desvio de freqüência de 5 ou 6 kHz, o desvio depois da triplicação será de 15 ou 18 kHz. Nem todas as repetidoras em UHF que estão sendo usadas, são capazes de "digerir" esse desvio excessivo. A solução ideal é acrescentar ao resistor ajustável miniatura (*trimpot*) de desvio do transmissor de 2 m numa chave e um resistor antes do *trimpot* (com resistência duas vezes a do valor do *trimpot*), reduzindo o desvio original à terça parte quando utilizamos o transceptor com o triplicador de freqüência. Dessa forma, o transceptor de 2 m fornecerá as freqüências entre 144 000 e 148 000 MHz, e o triplicador entre 432 000 e 444 000 MHz.

Além de o sistema ser econômico e de oferecer grande flexibilidade quanto às freqüências de transmissão e de recepção, o mero fato de exigir esforço de adaptação e de montagem restringirá os usuários aos que se interessam realmente pelo radioamadorismo.

O varactor BAY96, utilizado nos circuitos das Figs. de 5.6 a 5.8 apresenta os seguintes valores de potência em função da potência de entrada:

TABELA 5.1

Dados do Diodo Varactor BAY96

Potência de entrada (VHF) W	Eficiência %	Potência de saída (UHF) W	Dissipação W
10	70	7	3
15	70	10,5	4,5
20	66	13,2	6,8
30	60	18	12
40	56	22,4	17,6

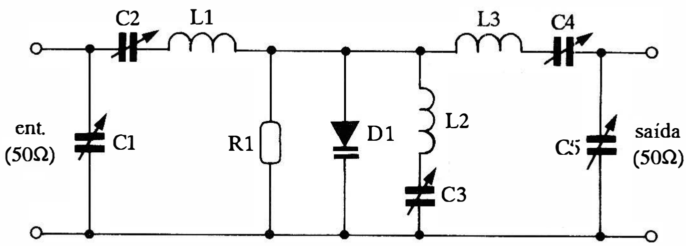


Fig. 5.6 Triplicador de freqüência com o varactor BAY96 recomendado pelo manual de diodos da Philips.

Lista de Material

D1: diodo varactor BAY96

R1: 100 kΩ, 1 W, resistor de carvão

C1, C5: 25 pF, capacitor variável

C2, C3, C4: 15 pF, capacitor variável

L1: 6,5 espiras de fio 1,3 mm^2 (n. 16 AWG), diâmetro interno de 7,5 mm, comprimento de 14,3 mm

L2: duas espiras de fio 3,3 mm^2 (n. 12 AWG), diâmetro interno de 6,7 mm, comprimento de 7,9 mm

L3: fita de cobre de 6,3x0,5 mm, comprimento de 25,4 mm, altura sobre o chassi de 14,3 mm

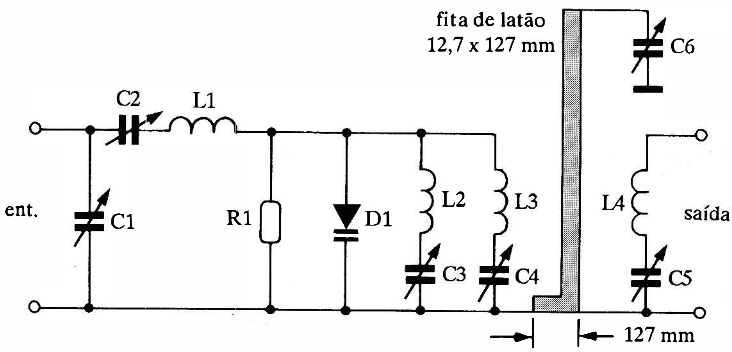


Fig. 5.7 Circuito-tanque de saída com o varactor BAY96, recomendado pelo *Radio Amateur's Handbook*.

Lista de Material

D1: diodo varactor BAY96
R1: 100 kΩ, 1 W, resistor de carvão
C1: 25 pF, capacitor variável
C2, C3: 15 pF, capacitor variável
C4, C5: 10 pF, capacitor ajustável, tipo UHF
C6: disco metálico, diâmetro de 25 mm (1″), soldado a um parafuso aterrado, que permite sua aproximação ao topo do circuito-tanque de 432 MHz

L1: seis espiras, fio 1,3 mm^2 (n. 16 AWG), diâmetro interno de 10 mm, comprimento de 12 mm

L2: três espiras, fio 3,3 mm^2 (n. 12 AWG), diâmetro interno de 10 mm, comprimento de 20 mm (ressonar em 288 MHz)

L3, L4: condutores 2 mm^2 (n. 14 AWG) retos curtos, acoplados ao circuito-tanque de 432 MHz em lados opostos

O limite de dissipação do varactor BAY96 é de 20 W. Os demais dados do varactor BAY96 são:

- capacitância total, em 6 V e 1 MHz: 28 a 39 pF
- resistência de série, em 400 MHz: < 1,2 Ω
- freqüência de corte: 25 GHz
- tensão inversa máxima: 120 V
- temperatura máxima de junção: 175 °C
- resistência térmica junção-base: 7,5 °C/W

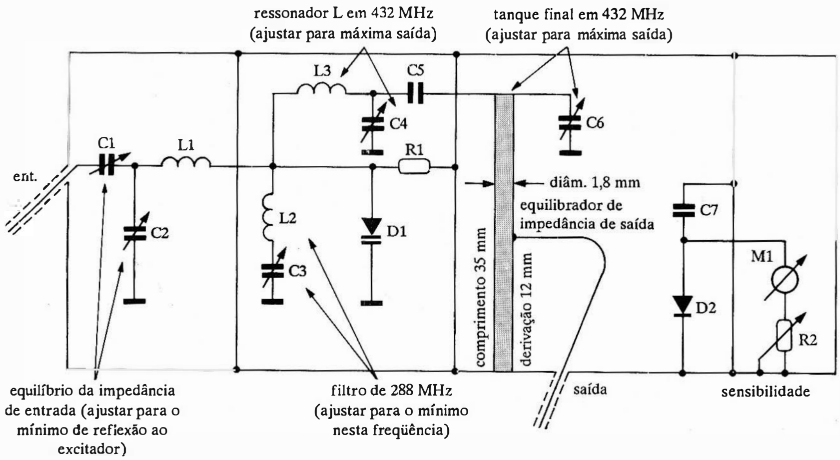


Fig. 5.8 Disposição da versão fabricada pela Richter & Co., de Hannover, Alemanha[3], com quatro compartimentos blindados.

Lista de Material

D1: diodo varactor BAY96

D2: diodo de germânio, OA90, OA95, ou equivalente

R1: 56 kΩ, 1 W, resistor de carvão

R2: 100 kΩ, resistor ajustável miniatura (*trimpot*)

C1, C2, C3, C4, C6: 1-10 ou 1-15 pF, capacitor ajustável do tipo UHF, concêntrico com isolador de esteatita

C5: 0,8 pF, capacitor cerâmico

C7: 0,001 µF, capacitor cerâmico de disco

L1: 7 3/4 espiras

L2: 2 3/4 espiras

L3: 1 espira

(Fio 0,8 mm^2 - n. 18 AWG - prateado, nu, diâmetro da bobina 6 mm, espaçamento entre espiras igual ao diâmetro do fio.)

M1: microamperímetro, 0-100 µA CC

Equilibrador da impedância de saída: fio de cobre prateado, 1,8 mm de diâmetro.

3. Para os colegas que preferem adquirir o triplicador pronto, damos aqui o fabricante do triplicador apresentado na Fig.5.8: Richter & Co., D3000 Hannover, Alemannstrasse 17-19, Germany.

Visto que o diodo varactor BAY96 é de custo elevado e difícil de ser encontrado, pode ser substituído por cinco diodos 1N914 soldados nos dois lados com os lides mais curtos possíveis aos cinco furos de cada uma de duas placas de latão ou de cobre, já pré-estanhadas para maior rapidez de solda. Lixa-se depois a parte externa das placas para garantir uma superfície possivelmente plana para a melhor transmissão do calor aos dois dissipadores de alumínio.

5.6 Um Conversor de UHF para 10 m

O conversor 435/29 é baseado no Vanguard modelo 408, e já inclui dois estágios pré-amplificadores incorporando dois transistores J-FET 2N5245, de baixo ruído (ver Item 5.9). O cristal utilizado oscila no quinto harmônico. Ele é de 101,5 para 434-436 MHz e de 102,0 para 436-438 MHz. Depois de atravessar dois estágios dobradores com transistores bipolares 2N4258A, o sinal de 406 e respectivamente de 408 MHz é injetado no transistor MOSFET TA-7153 de duas portas, junto ao sinal já amplificado por dois estágios, resultando em 28-30 MHz, o qual, através do pré-amplificador/pré-seletor acima descrito, é aplicado ao receptor de HF/SSB. Para quem tem banda corrida, basta adquirir o cristal de 102,0 MHz, sintonizando o receptor de 26 a 30 MHz.

O conversor é alimentado por 12 V CC, possivelmente por meio de um potenciômetro de fio de 100 Ω, o qual permite reduzir a tensão de alimentação para encontrar o ponto de trabalho ideal (o que apresenta a melhor relação sinal/ruído). O consumo do conversor situa-se entre 10 e 20 mA, de forma que pouco carrega o potenciômetro regulador. O diodo D1 protege o circuito de uma inversão acidental de polaridade da alimentação. O tamanho do conversor corresponde ao de um maço de cigarros.

O circuito é montado em plaqueta de circuito impresso de dupla face, sendo que as blindagens entre os dois estágios do pré-amplificador, bem como entre o pré-amplificador e o oscilador/quadruplicador/conversor, são feitos do mesmo material.

Esse conversor permite a boa recepção dos satélites entre 435 e 438 MHz, correspondentes aos modos S e J, além de poderem ser utilizados em comunicações terrenas, desde que seja utilizada, à sua frente, um pré-amplificador GaAsFET (possivelmente junto à antena) e mais um pré-amplificador J-FET, descrito nos Itens 5.2 e 14.9.

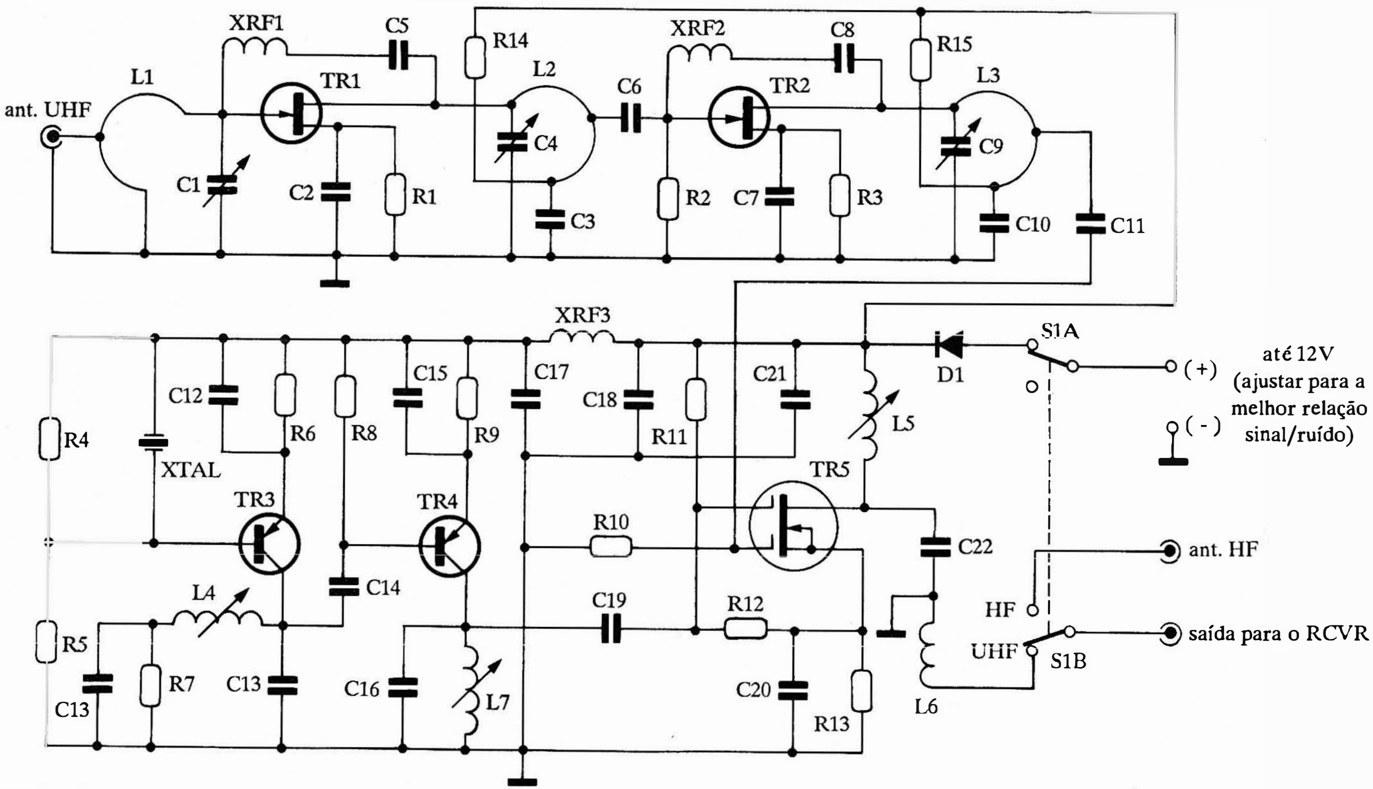


Fig. 5.9 Diagrama esquemático do pré-amplificador/conversor para 70 cm, Vanguard, modelo 408, cuja montagem pode ser realizada por um amador experiente, com base nas informações fornecidas no texto.

Lista de Material

Semicondutores
TR1,TR2: J-FET canal N de silício, de baixo ruído, 2N5245 ou similar
TR3,TR4: transistor bipolar de silício, PNP, 2N4258A ou similar
TR5: FET de dupla porta isolada, TA7153 ou similar

Resistores (1/4 W, ± 10%)
R1, R3: 100 Ω
R2, R10: 100 kΩ
R4: 3,3 kΩ
R5, R12: 10 kΩ
R6: 240 Ω
R7, R14, R15: 330 Ω
R8: 5,6 kΩ
R9: 470 Ω
R11: 180 kΩ
R13: 120 Ω

Capacitores
C1, C4, C9: 0-10 pF, variável miniatura
C2, C5, C7, C8: 0,001 μF, 250 V, poliéster metalizado
C3, C10: 500 pF, 250 V, poliéster metalizado
C6: 100 pF, 250 V, poliéster metalizado
C11: 10 pF, cerâmico
C12, C13, C14, C16, C19, C22: valor dependente da freqüência de operação, 250 V, poliéster metalizado
C15: 8,2 pF, cerâmico
C17, C18, C20, C21: 0,005 μF, 250 V, poliéster metalizado

Diversos
L1: bobina de formato M de fio prateado 1,6 mm^2 (n. 15 AWG)
L2: uma espira, com 10 mm de diâmetro, de fio prateado 1,6 mm^2 (n. 15 AWG), derivação na terça parte da espira, a contar do extremo vivo
L3: três espiras, com 5 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento, de fio prateado 1,6 mm^2 (n. 15 AWG), derivação a meia espira, a contar do extremo de massa
L4: quatro espiras, com 5 mm de diâmetro, de fio prateado 1,6 mm^2 (n. 15 AWG), com núcleo de ferrita

L5 e L6: catorze espiras e quatro espiras, com 4 mm de diâmetro, respectivamente, de fio 1,6 mm^2 (n. 15 AWG), com núcleo de ferrita

L7: apenas uma curva de 20 mm, de fio 1,6 mm^2 (n. 15 AWG)

XRF1,XRF2,XRF3: reator de RF: dez espiras de fio n. 24 AWG, enrolado em forma de solenóide de 2,5 mm de diâmetro e 7 mm de comprimento

XTAL: cristal (operação em quinto harmônico); para 436-438 MHz: 102,0 MHz; para 434-436 MHz: 101,5 MHz

5.7 Chaves de Antena

O amador muitas vezes necessita contar com um dispositivo que permita a comutação fácil entre antenas, ou então entre a antena e uma carga equivalente, não-irradiante.

Existem no comércio diversos tipos de comutadores de antenas capazes de manejar potências elevadas. Entretanto, podemos "fabricá-los" nós mesmos utilizando materiais de fácil obtenção.

Os interruptores para uso residencial, marca Silentoque, modelo conhecido no comércio como "paralelo" (embora, na verdade, se trate de um comutador simples), se prestam de forma excelente como comutadores de antena.

A montagem da chave é simples. Soldamos, lado a lado, dois conectores coaxiais (fêmeas) - tipo SO-239. Os terminais centrais desses conectores coaxiais foram ligados, por intermédio de pedaços de fio rígido de comprimento o mais curto possível, aos terminais situados nas extremidades do interruptor Silentoque. Os fios rígidos devem ter maior diâmetro, que ainda permita introduzi-los nos orifícios dos terminais do interruptor Silentoque, isso para proporcionar a necessária rigidez mecânica.

O cabo coaxial (que vai ao TRX) tem seu condutor central ligado ao terminal central do interruptor, ficando a malha de blindagem soldada à carcaça dos conectores coaxiais. Dessa forma, economizamos um conector coaxial fêmea e um conector coaxial macho.

Devido às ligações curtíssimas, o presente comutador de antenas introduz nos cabos uma reflexão menor que a provocada por comutadores comuns (exceto os do tipo coaxial).

A corrente máxima que o interruptor Silentoque pode manejar é de 10 A, em 60 Hz. Seu isolamento, de 250 V, equivaleria, em circuito de 52 Ω, à possibilidade de ser utilizado com potências de até 1 200 W. Tratando-se, todavia, de radiofreqüência, recomendamos restringir seu uso a até 100 W (correspondente a 1,4 A e a 72 V, respectivamente).

Realmente, com um transceptor de 100 W de saída, na banda de 20 m, não foi verificado qualquer faiscamento.

Em 144 MHz as perdas introduzidas pela chave na linha de transmissão foram inferiores a 0,5 dB.

No que diz respeito à inclusão de uma impedância diferente na linha de transmissão, a chave de antena foi testada com um refletômetro, em 144 MHz, e verificou-se aumento na tensão refletida somente por um fator de 1,05.

Dependendo da qualidade do material isolante, comutadores miniaturas deslizantes também podem ser utilizados como chaves de antenas. O importante é a ligação mais curta possível dos contatos aos vivos dos cabos ou aos conectores coaxiais (no máximo 3 mm), e por isso é recomendável sair com o cabo do contato central por um lado e com os dois outros cabos ou conectores pelo outro. Também deve-se tomar cuidado com a interligação mais próxima possível das malhas com os conectores (ver Fig. 5.10) e com a imitação da continuidade do condutor externo para aproximar a impedância característica de 50 Ω. É um comutador deslizante desse tipo que estou utilizando em 440 MHz, como substituição caseira dos caríssimos comutadores de antenas coaxiais.

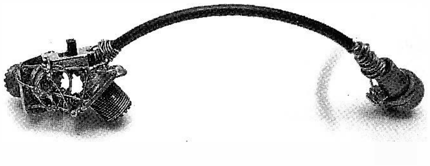


Fig. 5.10 Comutador miniatura usado como chave de antena em UHF.

5.8 Cargas Não-reativas

Cargas não-reativas e não-irradiantes têm muitas utilidades na estação do radioamador, independentemente da obrigação legal de possuí-las. Na minha estação seu uso é tão freqüente que nos comutadores multiposições, tanto no comutador de antenas de HF, quanto no de VHF, e também no de UHF, há uma posição com a respectiva carga ôhmica permanentemente ligada. Não somente para a finalidade de efetuar os ajustes sem irradiar pela antena, mas, muito freqüentemente, para determinar com segurança absoluta se um proble-

ma se localiza no equipamento da estação ou na antena e na linha de transmissão a ela ligada.

Utiliza-se, outrossim, carga não-reativa junto a um refletômetro para verificar perdas e reflexões, por testes comparativos, introduzidos por conectores, cabos, chaves e quaisquer outros elementos elétricos passivos que a estação do radioamador utilize.

Não é exagero afirmar que uma boa carga não-reativa de 50 Ω é o padrão de referência mais barato e mais útil que uma estação de radioamador pode possuir.

Para o dimensionamento e para o projeto físico da carga, levam-se em consideração a potência de saída que o radioamador utiliza com ela e a freqüência máxima para a qual é destinada. Os dois limites máximos não costumam ser atingidos com uma só carga, porém, se uma só satisfaz a ambas as exigências, tanto melhor.

Antes de tudo, a dissipação exigida. Muitos amadores, que operam com amplificadores lineares especificados com potência de entrada em valor PEP, ficarão surpresos ao saber que a potência de saída e efetiva do transmissor é consideravelmente menor.

Para os colegas que possuem linear com 2 000 W PEP (Potência da Envolvente de Pico) de entrada, devemos esclarecer que, sendo tanto a tensão efetiva quanto a corrente efetiva 0,707 vezes o valor de pico, a potência efetiva de entrada será a metade da potência de pico, ou seja, 1 000 W, tomando como base forma de onda senoidal.

Todos os amplificadores lineares, necessários para amplificar radiofreqüência modulada com SSB, operam em classe AB1, com eficiência ao redor de 60%. Dessa forma, o amplificador linear acima citado poderá facilmente fornecer mais do que uma potência média de 600 W efetivos de RF modulada nos bornes de antena do linear (ver o Item 4.4). Para os fins de carga, o que nos interessa não é a potência contínua, mas o aquecimento provocado na carga em dez segundos, em trinta segundos, ou em um, dois, cinco ou dez minutos.

Por essa razão, achamos que, para os fins visados pelo radioamador, uma carga que agüente 600 W por dois minutos ou 350 W por cinco minutos, sem aquecimento excessivo, será plenamente suficiente (um modelo norte-americano, menor do que este, agüenta 1500 W por dez segundos e 100 W por dez minutos).

A maior carga, que vamos descrever em seguida, foi dimensionada para essas condições com resfriamento natural.



Fig. 5.11 Carga de 350 W por cinco minutos, dimensionada e construída pelo autor de acordo com o método apresentado no texto. Os resistores são todos de 560 Ω, 2 W, de composição, e em número de 176.

No caso de submergi-la em óleo de transformador, ou aplicando resfriamento de ar forçado por meio de ventilador, a capacidade de dissipação aumenta para o mesmo tempo de utilização. Dentro de sua potência limite de utilização, a resistência da carga não deve variar apreciavelmente com a variação da temperatura conseqüente à energia elétrica absorvida.

Para evitar tanto indutâncias quanto capacitâncias entre os elementos, a construção da carga deve ser a mais coaxial possível. Conecta-se a alma do cabo de interligação aos elementos centrais (ou condutor central) e a malha, radialmente, aos elementos externos, com elevado número de radiais.

As cargas coaxiais constam da ligação em série de "k" feixes de resistores idênticos, cada um destes constando de "nk" resistores em paralelo. O número "n" se obtém dividindo o valor de cada resistor individual por 51,5 Ω (que deve ser o valor resistivo final da carga). O número "k" pode ser 1, 2, 3, 4, 5, 6 etc.

A dissipação total da carga é de k^2 n vezes a dissipação individual de cada resistor, com resfriamento natural e sem imersão, por tempo ilimitado.

Falando em termos matemáticos parece ser complicado para alguns colegas; por isso, vamos dar como exemplo prático as duas cargas cujas figuras ilustram este item.

Os resistores utilizados nessas montagens eram de 560 Ω, 2 W cada, do tipo de composição. No caso de falta desses resistores, podem ser utilizados

resistores de carvão ou de película depositada, embora a calibração destes, em forma espiral, possa introduzir uma pequena indutância.

Conseqüentemente, pela fórmula indicada:

$$n = \frac{560}{51,6} = 11;$$

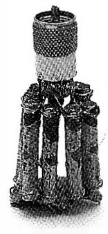


Fig. 5.12 Versão menor da carga da Fig. 5.11, suficiente para a maioria dos aparelhos de VHF e UHF. São usados onze resistores iguais aos anteriores, para uma dissipação nominal de 22 W.

A primeira carga foi feita com k = 4, utilizando-se 4 x 4 x 11 ou 176 resistores de 2 W cada (dissipação nominal total de 352 W). Em primeiro lugar, foram formados pares de dois resistores em série, e 44 destes pares soldados juntos no centro de um disco de latão, isolado por suportes de esteatita.

TABELA 5.2

Dissipação Nominal Total

k	Número total de resistores	Com resfriamento natural a ar (W)	Com ar forçado ou submerso em óleo (W)
1	11	22	44
2	44	88	176
3	99	198	396
4	176	352	704
5	275	550	1100
6	396	792	1584

Os extremos superiores desses pares foram juntados e soldados à alma do cabo coaxial. Depois disso, foram formados outros 44 pares de resistores, também em série, e soldados, com a possível uniformidade, à borda do disco de latão, numa distância de aproximadamente 5 cm dos resistores internos. Os extremos superiores desses resistores foram interligados, e depois ligados radialmente à malha do cabo coaxial, com um mínimo de seis radiais uniformemente espaçados.

O cabo coaxial deve ser de 52 Ω, e convém utilizar o tipo fino (RG-58U), pois, mesmo que ele tenha perdas no comprimento de aproximadamente 1 m, estas se transformam em calor, conversão que é exatamente o que se espera da carga. A blindagem contra radiação incidental é uma lata de mantimentos de alumínio.

As medições efetuadas nessa carga, por meio de uma ponte de RF, indicavam, em paralelo com a resistência de 51,5 Ω, uma capacitância de 6 pF (conseqüência da proximidade dos grupos interno e externo). Essa carga, ligada a um amplificador linear com 1 000 W efetivos de saída, agüenta meio minuto de sintonia sem ventilador e sem o emprego de óleo de transformador ou de querosene.

Para maior portabilidade e freqüências mais elevadas, fizemos também uma carga usando os mesmos resistores, com k=1. Obviamente, "n" continuou 11, de forma que a dissipação nominal ficou 1 x 1 x 11 x 2 W, ou 22 W, suficiente para a maioria dos aparelhos em VHF, reduzindo o tempo em função da potência de saída do transmissor.

Sendo o número de k ímpar, o feixe interno foi substituído por um condutor central de latão que interliga o disco de latão na base com o centro do pino coaxial. Os onze resistores foram soldados com espaçamento igual entre a borda do disco-base e a borda do pino. Sempre que "k" for ímpar, o número maior de grupos deve ser localizado na borda, e o grupo faltante do centro, substituído por uma barra central. A concentricidade e a uniformidade de distribuição são condições *sine qua non* do bom desempenho da carga coaxial.

Finalmente, para dar uma idéia da variedade das combinações possíveis apenas com os resistores de 560 Ω (n = 11), fornecemos a Tabela 5.2.

Em 144 MHz, as cargas acima descritas apresentaram uma ROE de 1,2:1, o que é plenamente aceitável, mesmo comparando com as cargas de fabricação comercial, destinadas ao uso de radioamador.

5.9 Cargas Não-reativas para UHF

Para as potências baixas, até 2 W, basta utilizar dois resistores de composição de 100 Ω, 2 W, soldados diretamente nos dois lados do pino conector, e sua junção ao condutor central, com os lides mais curtos possíveis. Em 440 MHz, cheguei com uma carga desta a 1,1:1. Para as potências maiores, até 100 W, basta inserir antes desta carga um cabo coaxial RG58U, com o comprimento necessário para dar a atenuação desejada da potência a ser medida para a potência terminal de 2 W.

Comprimentos de cabo RG58 necessários:

Potência	440	900	1 300	2 300	MHz
2 W	0	0	0	0	m
5 W	9	6	5	3	m
10 W	15	10	8	6*	m
25 W	25	16	13*	9*	m
50 W	30	20*	16*	12*	m
100 W	37*	25*	20*	14*	m

Resfriamento do resistor: para prevenir a alteração do valor do resistor terminal, com o aquecimento, convém aumentar sua dissipação e inércia térmica embutindo-o em massa plástica. Com essa medida, podemos mantê-lo estável por um a dois minutos. Para tempo mais longo, selar a massa com o resistor terminal junto ao fim do cabo e mergulhá-los em água.

Resfriamento do cabo coaxial: a fim de prevenir o superaquecimento do cabo coaxial, com o conseqüente amolecimento do dielétrico de polietileno, sua descentralização, alteração de impedância e reflexão, nas combinações de freqüência e potência marcados com asterisco (*), o cabo coaxial deve ser mergulhado em água, depois da selagem de suas extremidades contra a penetração de umidade.

5.10 Suportes para Antenas Móveis de HF

Antenas de HF, mesmo as móveis, são grandes e pesadas. A sua fixação tradicional envolve furar a carroceria do carro e fixar, eventualmente, mais uma braçadeira.

Damos abaixo as figuras de dois suportes para antenas móveis de HF, cuja confecção está dentro das possibilidades do radioamador. O primeiro fixa a antena ao pára-choque, necessita de chave de boca para montagem e para desmontagem, e é destinado a permanecer no carro mesmo que a estação móvel

não esteja operando no momento (ver Fig. 5.13); o segundo é facilmente colocável e removível, destinado a só ficar no carro quando o equipamento de HF estiver em uso. É também facilmente adaptável para o uso temporário em carros de terceiros. Ele é fixado por meio de três ímãs fortes de alto-falantes pesados já desativados e por um prendedor de calha. O prendedor e um dos ímãs, juntos, estão ligados a duas fitas de alumínio ou de inox, ligados nos outros extremos aos dois outros ímãs, entreligados pela terceira fita (ver Fig. 5.14).

Fig. 5.13

a)



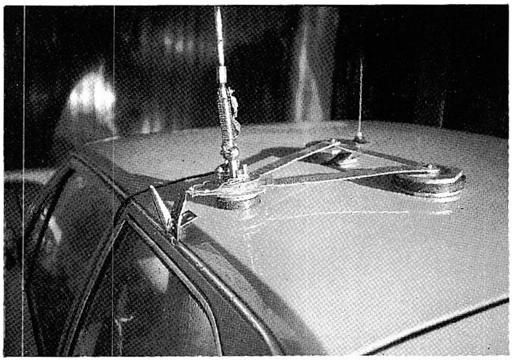
b)



A velocidade e o vento que a antena agüentará, com a fixação dos ímãs, dependem, além de sua resistência própria ao vento, também da distância entre os ímãs, ou seja, do comprimento das fitas de interligação.

Para evitar riscar o teto do carro, bem como evitar curto-circuito magnético no entreferro dos ímãs, convém encher o entreferro com resina epóxi e revestir a face do ímã com folha auto-adesiva.

Fig. 5.14



5.11 Uso de Microfones Móveis com MOX-control e com VOX-control

Os transceptores para o serviço de radioamador, via de regra, vêm com microfone móvel, mesmo os equipamentos especificamente projetados para a estação fixa. Não há dúvida de que a grande maioria dos radioamadores é tão acostumada ao uso do microfone móvel, que nem percebe quando o utiliza em sua estação fixa.

O microfone móvel tem um grande inconveniente: ele ocupa uma das mãos do operador, não somente para mantê-lo à distância e em ângulo adequados da boca, mas também para manter o PTT apertado. Não convém falar de frente ao microfone. A não ser que o microfone esteja equipado com *windscreen* de espuma, o sopro de ar será captado na membrana no início de cada palavra. A posição certa do microfone é do lado da boca, para captar somente a pressão (que se propaga igualmente em todas as direções) e não o sopro, que é altamente diretivo.

Falando ainda de microfones móveis, mais uma observação importante. Com o movimento, o cabo, na saída do pino, devido às flexões angulares muito grandes, mais cedo ou mais tarde sofre fadiga, interrompendo o condutor. Para evitar esse grande inconveniente, convém amarrar o cabo, depois da terceira ou quarta espira da espiral, ao próprio pino, com um fio de náilon fino, reduzindo a flexão angular a uma décima parte, o que resulta no que chamamos de fadiga infinita, isto é, não quebrará nem com um número infinito de flexões. É um sossego saber que nosso microfone não nos deixará na mão no momento mais inconveniente.

Há radioamadores que utilizam, no *shack*, um segundo microfone, com pedestal de mesa. Isso implica a troca de cabos e pinos no aparelho na hora de mudar os microfones. Essa troca de cabos e pinos pode ser evitada com a utilização do próprio microfone móvel sobre um pedestal de mesa, preso por um gancho ou por um ímã de alto-falante (ver Fig. 5.15). Ele funciona com MOX-control e com VOX-control.



Fig. 5.15 Pedestal de mesa para suporte provisório de microfone móvel.

O inconveniente do microfone de pedestal é que o volume varia conforme a variação da distância entre o operador e o microfone. O fenômeno é quase imperceptível quando se usa compressor/processador, porém este aumenta o ruído de fundo (especialmente o ruído das ventoinhas) e o eco das paredes do *shack*. Enfim, o som não fica tão limpo como o do microfone móvel, que é segurado pela mão.

O que fazer então?

A solução óbvia é colocar o gancho no lado do fone de ouvido, em distância e ângulo ideais, podendo operar tanto com MOX-control (botão Tx no transceptor) quanto com VOX-control (acionado pela voz). Com essa solução, sem qualquer despesa adicional, o radioamador tem as duas mãos livres para os comunicados prolongados e palestras.

Convém revestir o gancho de arame com tubo plástico, para que a fricção com o eventual movimento do microfone não cause barulho na transmissão (ver Fig. 5.16).



Fig. 5.16 Prendendo os microfones no fone de ouvido, as mãos do operador ficam livres.

5.12 *Phone Patch*

Phone patch é a denominação usual de um circuito híbrido que interliga a entrada de microfone e a saída de alto-falante da estação com a linha telefônica e eventualmente também com gravador de fita magnética e com a unidade terminal do sistema digital.

Existe um grande número de circuitos de *phone patch*. Para simplificar a tarefa de nossos leitores, quanto aos transformadores utilizados, damos aqui um circuito com um transformador de saída de áudio *push-pull* (ver Fig. 5.17).

O conjunto de potenciômetro em paralelo com o capacitor serve para balanceamento, a fim de minimizar a presença do sinal proveniente da linha de entrada do microfone.

A utilização deste *phone patch* simples pressupõe que os controles de ganho do microfone e de volume de saída de áudio estão sendo efetuados no próprio transceptor. Obviamente, o circuito pode ser completado com comutadores para a ativação e para a desativação do *phone patch.*

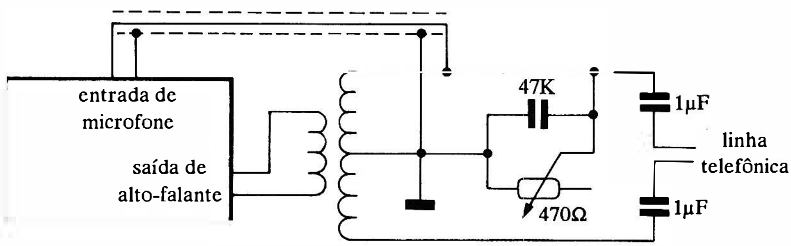


Fig. 5.17 Um circuito simples de *phone patch* com utilização de transformador de saída *push-pull.*

5.13 Terra Artificial

Como veremos no Item 21.10, o aterramento da estação para o potencial zero de radiofreqüência é essencial, por inúmeros motivos. O que se pode fazer, então, quando não há possibilidade de aterramento (operações portáteis, lugares isolados etc.) ou quando a linha de aterramento é tão comprida que constitui uma alta impedância para radiofreqüência? Nesse caso, podemos recorrer à terra artificial, destinada a cancelar a reactância da linha de aterramento. Terra artificial está sendo até industrializada por Martin F. Jue, K5FLU, de MFJ Enterprises, que conjugou o circuito série-ressonante com um medidor de corrente de sensibilidade variável, para utilizá-lo como indicador ao sintonizar a freqüência de operação (sintonizar para máximo de corrente) (ver Fig. 5.18).

Esse conjunto é ligado em série com o ponto comum dos chassis interligados da estação, e da terra existente, ou na falta desta, de um fio comprido jogado perto da estação (porém fora do alcance de crianças que podem sofrer queimaduras por radiofreqüência enquanto a estação transmitir com terra artificial).

Sintonizando-a sempre na freqüência de operação, os aparelhos, microfones, manipuladores e outros acessórios de estação deixarão de queimar a mão durante a transmissão.

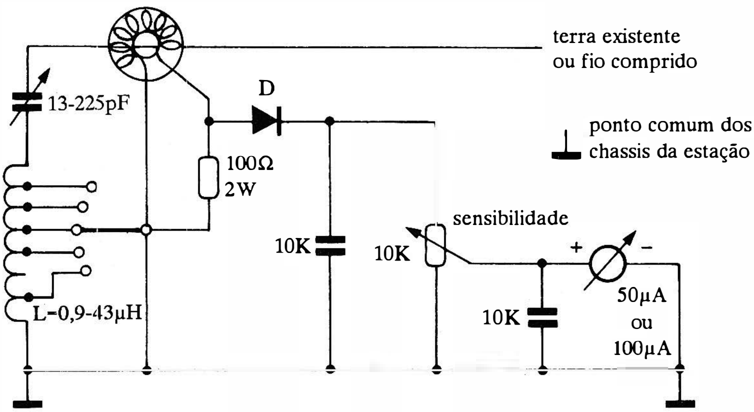


Fig. 5.18 Os elementos essenciais da terra artificial são um indutor, com derivações (cuja indutância varia entre 0,9 µH e 43 µH no modelo de MFJ), e um capacitor variável (cuja capacitância máxima no modelo MFJ é de 225 pF).

Para os que utilizam *transmatch* de HF na estação, um aviso: há interação da terra artificial com o ajuste do *transmatch*. Depois de ajustar a terra artificial para ressonar na freqüência de operação, o *transmatch* deve ser reajustado.

6. PROPAGAÇÃO

6.1 Elementos de Propagação

O contato entre a estação transmissora e a estação receptora é feito através da propagação das ondas eletromagnéticas. Como regra geral, podemos dizer que as ondas métricas (VHF), decimétricas (UHF) e centimétricas (SHF) propagam-se na linha de visibilidade, as ondas decamétricas (HF ou ondas curtas) propagam-se à distância por reflexão ionosférica, e as ondas hectométricas (MF ou ondas médias) e quilométricas (LF ou ondas longas) acompanham a superfície terrestre.

Sendo a faixa de ondas curtas a de maior interesse ao radioamador, damos aqui uma tabela orientadora quanto às distâncias a partir das quais há possibilidade de comunicação por reflexão ionosférica.

TABELA 6.1

Distâncias Mínimas da Zona a partir da qual há Possibilidade de Comunicação por Reflexão Ionosférica

Bandas (m)	Meio-dia local no centro do percurso (km)	Meia-noite local no centro do percurso (km)
160	0	0
80	0	0
40	0	500
30	300	1 000
20	800	1 600
17	1 200	–
15	1 300	–
12	1 600	–
10	2 000	–

Por que há essas limitações? (ver Fig. 6.1).

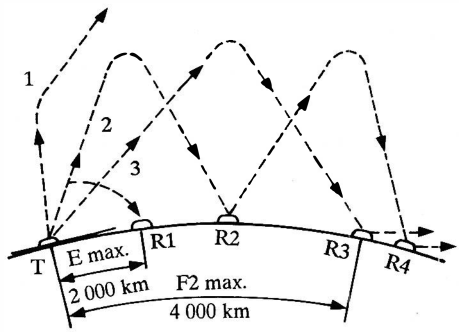


Fig. 6.1 A reflexão ionosférica.

O transmissor T, que irradia no ângulo vertical da linha 1, atravessa a ionosfera após ligeira refração, não refletindo a distâncias menores. No ângulo correspondente à linha 2, ela pode ser refletida até uma distância de 2 000 km (receptor R1). Irradiando no mesmo ângulo da linha 2, porém havendo reflexão da camada F, ela chega a uma distância de 3 000 km (receptor R2). Irradiando em ângulo ainda mais baixo, correspondente à linha 3, e refletindo-se na camada F, a irradiação chega a 4 000 km (receptor R3). Finalmente, com saltos duplos e múltiplos entre a ionosfera e a Terra, a irradiação chega a distâncias maiores.

Quanto mais saltos ionosféricos são necessários para o contato, tanto mais o radioamador sente os efeitos das condições de propagação. Como exemplo, podemos citar contatos entre um radioamador brasileiro e um japonês, localizados nos antípodas da Terra, a uma distância de 20 000 km, aproximadamente, na banda de 20 m.

Quando é de manhã no Brasil (e de noite no Japão), o contato é muito melhor através do Pacífico (onde é noite, proporcionando menor número de saltos e menores perdas). Quando é noite no Brasil (e de manhã no Japão), o contato é melhor sobre o Atlântico e a Eurásia (pois é esta a área do período noturno). Orientando suas antenas nas direções certas, os dois radioamadores podem conseguir contatos de boa qualidade com pouca potência.

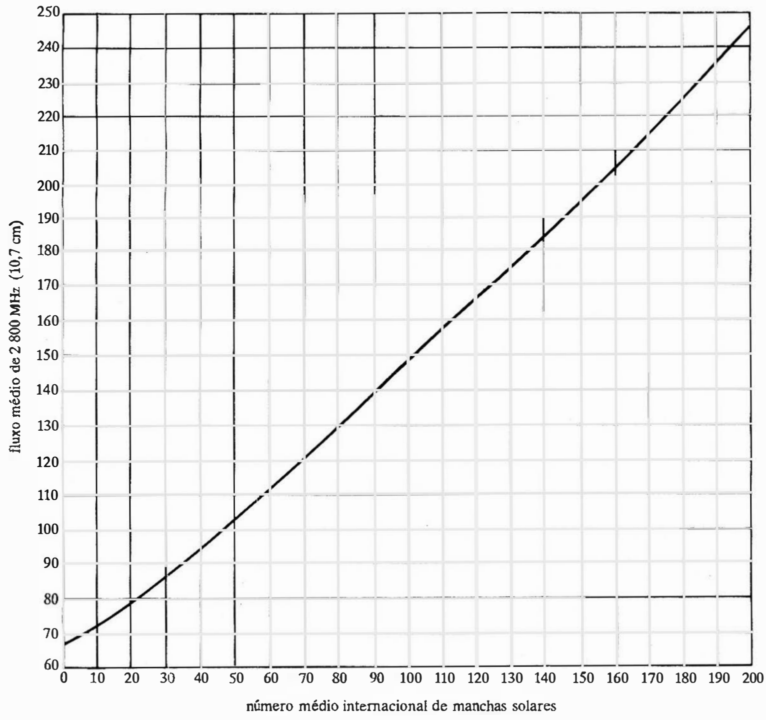
Ao procurar efetuar contatos na banda de 10 m, o percurso diurno dá melhores resultados. Para qualquer freqüência, contatos sobre a água salgada dos oceanos são melhores devido às menores perdas na reflexão terrena de cada salto.

Embora a rota direta seja, via de regra, a preferida para os contatos, as condições de propagação podem não permitir o seu uso. Nesse caso, viram-se as antenas das duas estações 180° e efetua-se o contato através do mesmo grande círculo da Terra no sentido oposto (*long path*).

Quanto mais alta a freqüência tanto mais baixo deve ser o ângulo de saída da antena para fazer o melhor uso das reflexões ionosféricas, para comunicação a longa distância.

A propagação é influenciada, em sentido positivo, pelas atividades solares, e, em sentido negativo, pelas atividades geomagnéticas. O motivo é que enquanto as atividades solares, por meio de ionização, formam as camadas refletivas e refrativas, as atividades geomagnéticas as perturbam (com o resultado de não funcionarem como um espelho liso, mas deixam as ondas atravessarem a ionosfera para se perderem no Universo).

Para as atividades solares utilizam-se dois índices: o número internacional de manchas solares (conhecido como número Zurich) e o fluxo médio solar em 2 800 MHz (10,7 cm de comprimento de onda). A inter-relação dos dois índices pode ser vista na Fig. 6.2.



7. SISTEMAS IRRADIANTES

7.1 Antenas e Relação de Ondas Estacionárias

O que é uma antena?

Embora todos os radioamadores estejam familiarizados com o conceito de antena, certamente pouquíssimos sabem defini-la tecnicamente. Pois bem, a antena é um transformador de impedâncias que acopla a impedância de saída do transmissor à impedância do espaço livre.

Nesse ponto os leitores certamente vão querer saber qual é a impedância do espaço livre. É fácil determinar: um dos métodos é dividir a intensidade de campo (em tensão) pela densidade de corrente, o que dá como resultado teórico o valor de 377 Ω.

Nos primórdios da era do rádio, como os radioamadores veteranos devem lembrar, falou-se que o meio condutor das ondas de rádio é o *aether*. Hoje em dia, o *aether* só existe para fins literários, pois, tecnicamente, só podemos falar de ''espaço livre'' com características técnicas bem definidas e mensuráveis, como vimos acima.

Os sinais provenientes do espaço livre são acoplados ao receptor por meio de um outro acoplador de impedâncias: a antena de recepção. Quando a antena não tiver sido dimensionada para igualar a impedância exata de saída do transmissor ou a impedância exata de entrada do receptor, ela pode ser complementada por um transformador de impedância adicional, conhecido como acoplador ou *transmatch*, que funciona da mesma forma que os óculos funcionam para o olho humano.

Logo surgirá a pergunta: se tanto a antena como o acoplador são transformadores de impedância, qual é a diferença essencial entre eles?

A resposta é simples. O tamanho da antena é da mesma ordem de grandeza que o comprimento de onda; ela é um circuito ressonante aberto, e seus componentes essenciais, ou seja, a indutância e a capacitância, são distribuídas, enquanto os acopladores *transmatch* são de tamanho reduzido, com circuito ressonante fechado, e com suas indutância e capacitância concentradas, sendo que a primeira predominantemente nos indutores e a segunda predominantemente nos capacitores.

Na área cinza entre as definições acima, encontra-se a Hy-Q Army Loop, que tem capacitância concentrada e indutância distribuída (ver Item 7.19).

Analisemos agora a evolução histórica da antena. As primeiras antenas eram simplesmente fios verticais, sustentados às vezes até por papagaios. Nas instalações fixas, como na estação de Poldhu, na Inglaterra, onde se utilizavam torres fixas, Marconi aumentou a altura efetiva de suas antenas fazendo-as em forma triangular com largura maior em cima, o que não era outra coisa senão o que hoje chamamos de carga capacitiva de topo. Também funcionavam da mesma forma as antenas instaladas em navios, sustentadas por fios esticados entre os mastros. Marconi deve ter deduzido de suas experiências que os próprios fios que utilizava para a sustentação nos mastros foram responsáveis pelo melhor desempenho das antenas em navios, pois aumentavam sua altura elétrica. O que Marconi provavelmente não sabia era que todo monopolo vertical de um quarto de onda necessita de um plano de terra, e não soube explicar por que em experiências no continente não conseguiu igualar o alcance das experiências bem-sucedidas entre navios no mar.

Os navios de aço, como o vapor Philadelphia, em contato com a água salgada, constituíram o melhor plano de terra possível, fazendo com que Marconi conseguisse, a bordo, em fevereiro de 1902, o contato que ele não conseguira em Terra Nova com a antena papagaio, em dezembro de 1901. A falta do plano de terra foi certamente o principal motivo do fracasso de sua experiência de 12 de dezembro de 1901, junto à utilização de um detetor inadequado.

Qual é o motivo de se dedicar tanto espaço neste livro para abordar o assunto de antenas em geral, antes de se descrever os vários tipos de antenas? Ocorre que entre todos os equipamentos utilizados no serviço de radioamador, a antena é de longe o mais comentado, especialmente nas faixas. Também é sobre a antena que circulam mais falácias, provavelmente devido à pouca difusão de informações de referência em nível de radioamador, em línguas ibéricas.

As falácias que são ouvidas nas faixas, com relação a antenas são muitas vezes estarrecedoras e até difíceis de serem acreditadas. Houve um caso em que um radioamador ofereceu pelas faixas, para venda a colegas, uma pasta, com a qual a antena deveria ser coberta para aumentar seu alcance.

A falácia mais comum sobre antenas é que o parâmetro mais importante de uma antena seja o de ter relação de ondas estacionárias 1:1. Como todas as falácias, esta também prejudicou o radioamadorismo brasileiro. Em recente contato com um renomado fabricante de antenas, ele me informou que já tem pronto e testado o protótipo de uma antena moderna, similar ao modelo R5, já amplamente utilizada e aceita nos Estados Unidos e em outros países adiantados, mas nem pode pensar em lançá-la em nosso mercado porque sua relação de ondas estacionárias fica entre 1,5:1 e 2,5:1, e seria rejeitada pelos radioamadores brasileiros que foram doutrinados durante décadas com a falácia de que uma boa antena deve ter ROE igual a 1:1. As conseqüências prejudiciais dessa falácia para os radioamadores brasileiros serão analisadas com base em números, mais adiante, neste item.

Como os radioamadores ajustavam suas antenas até a década de 50? Muito simples, eles ligavam ao transmissor uma carga não-reativa (antena fantasma) de 50 Ω, ajustavam a sintonia e o acoplamento de carga para um ponto ótimo, anotavam as posições dos controles, substituíam a carga não-irradiante por suas antenas e ajustavam as antenas para que o transmissor desse o melhor rendimento nas mesmas posições de sintonia e de acoplamento de carga que haviam encontrado com a antena fantasma. Não havia números absolutos envolvidos, e não existiam falácias sobre as ondas estacionárias.

Desde que os medidores de ondas estacionárias foram popularizados com preços acessíveis a radioamadores, na década de 60, criou raízes a falácia de que eles são os juízes supremos da qualidade de uma antena. Se esta afirmação fosse verdadeira, a antena que tenho em minhas mãos seria a ideal. Ela apresenta relação de ondas estacionárias 1:1 em todas as faixas de radioamadores, desde 2 até 160 m. Tem 5 mm de diâmetro, 30 mm de comprimento e pesa apenas 4 g. Acima de tudo, ela é baratíssima. Infelizmente, apesar de ter ROE ideal, seu desempenho como antena é péssimo. Ela não irradia nem capta ondas eletromagnéticas. Por quê? Ela é simplesmente um resistor de composição de carvão de 50 Ω. Sua aplicação é como a antena fantasma para o HT de 2 W.

Qual é, então, a utilidade de um refletômetro?

Para melhor compreendermos a função do refletômetro, vamos compará-lo com um termômetro. O refletômetro indica um parâmetro da antena, e o termômetro indica um parâmetro do ser humano. Agora imaginemos que uma

estatística indicasse que a maioria das pessoas com boa saúde teria temperatura de 36,5 °C. A função do médico estaria restrita a medir a temperatura do paciente. Se ele tivesse 36,5 °C, seria declarado como "gozando de boa saúde". Se tivesse 36,2 ou 36,8 °C, estaria doente, ou seja, necessitando de tratamento para trazer sua temperatura a 36,5 °C. Existem numerosas pessoas com boa saúde, porém com temperatura diferente de 36,5 °C, e também existem doentes graves que têm incidentalmente temperatura de 36,5 °C. Assim, o absurdo da afirmação é evidente. O ser humano possui muitos outros parâmetros a serem considerados, e as antenas também têm muitos outros parâmetros a serem objeto de consideração, certamente mais importantes do que uma ROE de valor unitário.

É óbvio que se a temperatura do corpo de um ser humano chega a 38 °C já é motivo para preocupação; e se chegar a 40 °C, necessita de uma providência imediata. Da mesma forma, quando a ROE de uma antena chega ao valor de 5:1, isto é motivo para preocupação, e quando chega a 7:1, necessita de uma providência imediata. Não devemos confundir, porém, esses desvios grandes com variações de décimos de graus centígrados de temperatura do paciente ou com ROE até 3:1, conforme a tabela comparativa seguinte:

paciente	**até 37°C**	37°C	37,5°C	38°C	38,5°C	39°C	39,5°C	40°C
antena	**até 3:1**	3:1	4:1	5:1	5,5:1	6:1	6,5:1	7:1

Como visualizar a função do refletômetro? Poderíamos usar como analogia uma fonte de corrente contínua com uma carga ôhmica, em lugar do transmissor e da antena, uma vez que fenômenos de corrente contínua são mais facilmente compreendidos pelo radioamador leigo do que fenômenos de radiofreqüência.

Imaginemos uma bateria de 120 V, com resistência interna de 50 Ω. No esquema, essa bateria seria representada como uma FEM (força eletromotriz) de 120 V em série com uma resistência inseparável de 50 Ω. Essa bateria seria conectada a uma carga ôhmica, que representa nos casos de radiofreqüência o sistema irradiante (ver Fig. 7.1).

Se a carga ôhmica for também de 50 Ω, a corrente I que circulará através dela será de:

$$I = \frac{120\ V}{(50 + 50)\ \Omega} = \frac{120\ V}{100\ \Omega} = 1{,}2\ A$$

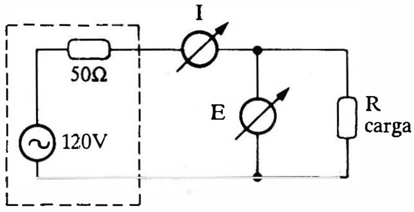


Fig. 7.1 Medição de uma bateria que alimenta uma carga de valor R variável.

A tensão E que reinará entre os extremos da carga R será de: E = 50 Ω x 1,2 A = 60 V; e a potência que ela absorverá será de: P = 1,2 A x 60 V = 72 W

Essa é a potência máxima que nossa fonte pode fornecer a qualquer carga. Sendo a resistência de carga de 50 Ω igual à resistência interna de nossa fonte, que também é de 50 Ω, podemos considerar nosso caso equivalente a uma relação de ondas estacionárias de 1:1. Se o resistor de carga for superior a 50 Ω, a tensão sobre ela aumentará para mais de 60 V, todavia a corrente diminuirá em proporção ainda maior, assim como o produto dos dois fatores diminuirá. Se, por outro lado, o resistor de carga for inferior a 50 Ω, a corrente através dela será mais de 1,2 A, porém a tensão sobre ela diminuirá em proporção ainda maior, assim como o produto dos dois fatores, também neste caso, diminuirá.

Para visualizar essas alterações da potência absorvida pela carga com valores numéricos, podemos constatar que, se o valor da resistência de carga for de 33,3 ou de 75 Ω, correspondentes a uma ROE de 1,5:1, a potência absorvida será de:

$$P = \frac{120 \text{ V}}{(50 + 75)\ \Omega} \times \frac{120 \text{ V} \times 75\ \Omega}{(50 + 75)\ \Omega} = 69{,}12 \text{ W}$$

ou seja, 4% menor do que o máximo possível acima calculado (72 W x 0,96 = 69,12 W).

Se o valor da resistência de carga for de 25 Ω ou de 100 Ω, correspondentes a uma ROE de 2:1, a potência absorvida pela carga será de:

$$P = \frac{120 \text{ V}}{(50 + 100)\ \Omega} \times \frac{120 \text{ V} \times 100\ \Omega}{(50 + 100)\ \Omega} = 64 \text{ W}$$

ou seja, praticamente 11% menos do que o valor máximo de 72 W (72 W x 0,89 = 64,08 W).

Finalmente, se a resistência de carga for de 17 Ω ou de 150 Ω, correspodente a uma ROE de 3:1, a potência absorvida pela carga será de:

$$P = \frac{120\ V}{(50 + 150)\ \Omega} \times \frac{120\ V \times 150\ \Omega}{(50 + 150)\ \Omega} = 54\ W$$

ou seja, 25% menor do que a potência transferida com a carga ideal (72 W x 0,75 = 54 W).

Nesse ponto tenho que abrir um parêntese, pois muitos leitores irão estranhar como posso tratar uma antena como se ela fosse uma carga ôhmica qualquer. Pois bem. É verdade que para a linha de transmissão, a antena representa uma carga resistiva e reativa (quer indutiva quer capacitiva). Quando a antena estiver ressonando em uma freqüência, por definição, não é nem indutiva nem capacitiva. Em outras palavras, a sua componente reativa é igual a zero. Assim só nos resta a componente resistiva, bem comparável à carga ligada à nossa bateria.

Do exemplo de corrente contínua, podemos perceber que essas parcelas de 4, 11 e 25% da potência, que costumam ser indicadas em refletômetros nas posições de 1,5:1, 2:1 e 3:1, simplesmente deixam de ser absorvidas pela carga e, no caso do sistema irradiante, deixam de ser irradiadas pela antena.

Agora imaginemos que utilizamos nossa bateria para fins de aquecimento. Com ROE de 1,5 a 1, nos aquecerá 4% a menos; com ROE de 2:1, 11% a menos; e com ROE de 3:1, 25% a menos. Dificilmente uma pessoa poderá perceber, do calor irradiado, que seu aquecedor elétrico irradia 25% menos de calor, correspondente a uma ROE de 3:1. Da mesma forma, dificilmente um radioamador poderá perceber se a outra estação passa a irradiar com potência 25% menor, devido a sua ROE igual a 3:1.

Como os ganhos de antenas costumam ser expressos em decibéis, vamos transformar esses valores de transferência também em decibéis: 4% a menos representam -0,17 dB; 11% a menos representam -0,51 dB; 25% a menos representam -1,25 dB.

Essas seriam as reduções na potência irradiada se a linha de transmissão não tivesse perdas e se a potência gerada pelo transmissor continuasse a mesma.

Como vimos do exposto, a potência que a antena deixa de irradiar devido a ROE até 3:1, no máximo 1,25 dB, pode ser considerada para o radioamador como sendo sem importância. Não será por causa dessa redução que o radioamador deixará de utilizar uma antena cujas demais características

são excelentes, como no exemplo citado da antena moderna desenvolvida pelo fabricante brasileiro. Acontece que o elevado valor de relação de ondas estacionárias tem outras implicações. Uma delas se manifesta nos transceptores transistorizados com estágio final de banda larga, que só fornecem sua potência total quando enxergam uma carga puramente ôhmica de 50 Ω. Quando a linha de transmissão lhes apresenta uma impedância diferente, eles reduzem automaticamente a potência para proteger o estágio final contra o superaquecimento devido à potência que, deixando de ser irradiada, aumentaria a dissipação no estágio final.

Nesse ponto tenho que mencionar uma regra básica e muito importante: a potência de calor dissipada pelo estágio final de um transmissor é sempre igual à diferença entre a potência de entrada e a potência de saída entregue à linha de transmissão, ou seja:

Pd = Pe - Ps, onde: Pd é a potência dissipada; Pe é a potência de entrada; Ps é a potência de saída.

Vou dar um exemplo: o estágio final de um transceptor transistorizado, para fornecer uma potência de saída de 100 W, consome 12 A de uma fonte de alimentação de 13,8 V. Sua potência de entrada será de:

Pe = 12 A x 13,8 V = 165 W; a potência dissipada será de: Pd = 165 W - 100 W = 65 W; e sua eficiência será de:

$$\eta = \frac{100W}{165W} = 60,6\%$$

Imaginemos que, com uma relação de ondas estacionárias de 3:1, a potência de saída seria reduzida em 25%, ou seja, de 100 W para 75 W. Assim, se não existisse proteção, e se o consumo continuasse o mesmo, a potência dissipada no estágio final aumentaria para 165 W - 75 W = 90 W, quase 50% mais do que os 65 W para os quais a dissipação de calor dos transistores finais foi projetada. Para evitar o superaquecimento e a danificação dos transistores finais, um dispositivo de proteção reduz a excitação de forma que a dissipação não possa exceder a 65 W. Para a saída de 75 W, com a eficiência de 60,6%, a potência de entrada correspondente será de:

$$Pe = \frac{75W}{0,606} = 123W$$

consumindo no estágio final:

$$I = \frac{123W}{13,8V} = 9A$$

e dissipando em forma de calor a potência de Pd = 123 W - 75 W = 48 W bem dentro do limite permitido de 65 W.

Para que esse transmissor de banda larga e transistorizado possa trabalhar com sua potência total de 100 W, basta inserir um acoplador *transmatch* entre o transceptor e a linha de transmissão. Por outro lado, transmissores valvulados, com saída sintonizada e com carga ajustável, permitem ROE até 3:1 sem necessidade de acoplador.

Nesse ponto, devo esclarecer outra falácia segundo a qual o acoplador introduz muita perda.

Por definição, consideramos como perda a parcela de potência de RF produzida que não está sendo irradiada. Toda essa parcela é transformada em calor. A energia transformada em calor é o integral da potência em função do tempo; ou, com valor constante de potência, é simplesmente o produto da potência e do tempo. Nosso teste é o seguinte: depois de um período de transmissão contínua de dez minutos ou mais, com uma potência de 100 W ou mais, tocamos com a mão, no período de recepção, a superfície do indutor e os capacitores do acoplador. Se eles não tiverem temperatura sensivelmente acima da temperatura ambiente, a perda do acoplador é desprezível, pois desconheço qualquer acoplador utilizado no serviço de radioamador que tenha dissipadores ou resfriamento a ar forçado.

Agora voltemos aos efeitos das ondas estacionárias. Outra conseqüência do descasamento entre a antena e a linha de transmissão é o aumento das perdas desta última. O aumento das perdas na linha de transmissão em muitos casos nem possui efeito perceptível. Por exemplo, um cabo RG 213U, com 10 m de comprimento, apresenta na faixa de 40 m uma atenuação de 0,18 dB, com relação de ondas estacionárias igual a 1:1. O mesmo cabo, com uma ROE igual a 3:1, apresentaria uma atenuação 25% maior, ou seja, 0,22 dB. A diferença de 0,04 dB nas perdas da linha dificilmente poderia ser medida com um instrumento analógico e muito menos observada nos sinais transmitidos ou recebidos. Podemos dizer que uma ROE até 3:1, com uma linha de transmissão cuja perda não exceda a 2 dB, não tem importância, pois o aumento de perda é menos de 0,5 dB.

Agora podemos voltar ao exemplo da antena moderna utilizada pelos radioamadores norte-americanos com relação de ondas estacionárias entre 2:1

e 2,5:1, mas certamente abaixo de 3:1, cujo modelo já foi confeccionado com sucesso pelo fabricante brasileiro.

Sendo um sistema irradiante vertical de meia onda elétrica, em si balanceada como se fosse um dipolo de meia onda, ela dispensa o plano de terra completo, satisfazendo-se com desacopladores de tamanho reduzido. Além disto, seu diagrama de irradiação vertical apresenta um lóbulo principal com ângulo de elevação bem menor. Sabemos que o plano de terra é um dos pontos mais negligenciados pelos radioamadores. Onde eles necessitariam entre quarenta e cinco e sessenta radiais, utilizam três ou quatro radiais (ver Item 7.12).

Os leitores, com toda razão, irão objetar que todos os fabricantes de antenas para radioamadores, no mundo inteiro, afirmam que suas antenas verticais de um quarto de onda funcionam com três ou quatro radiais. Acontece que se algum dos fabricantes recomendasse utilizar com sua antena entre quarenta e cinco e sessenta radiais, nenhum radioamador iria comprá-la, mas procuraria seus concorrentes, que, embora produzam a mesma antena, afirmam que ela funciona bem com três ou quatro radiais.

Em valores numéricos, uma antena vertical de um quarto de onda com sessenta radiais do mesmo comprimento perde apenas 0,3 dB com relação ao plano de terra ideal (chapa de cobre ou água salgada), enquanto com quatro e três radiais ela perde 1,94 dB e 2,02 dB, respectivamente. Esses valores, junto ao ângulo mais baixo de irradiação necessária para DX, dão para a nova antena vertical uma vantagem de 4 dB.

Mesmo considerando uma linha de transmissão RG213U de 50 m, cinco vezes maior do que no exemplo anteriormente citado, a perda na linha de transmissão aumentará apenas cinco vezes 0,04 dB, ou seja, 0,2 dB. Assim a redução de potência será de 1,25 dB devido ao descasamento, e 0,2 dB devido ao aumento de perdas no cabo, totalizando 1,45 dB.

Assim, o radioamador americano que optou pela nova antena terá um ganho líquido de 4,0 menos 1,45 dB, ou seja, 2,55 dB. Os nossos radioamadores que se recusam a aceitar antenas cuja ROE não seja 1:1 simplesmente ficaram com as suas velhas antenas utilizadas já há décadas, com três ou quatro radiais de um quarto de onda cada, com todos os seus inconvenientes de ocupação de espaço e ainda abrindo mão de um ganho líquido de 2,55 dB.

Antes de terminar o tópico de relação de ondas estacionárias, devemos lembrar que uma ROE mais baixa medida na saída do transmissor nem sempre significa maior potência irradiada. Ela pode provir também de maior perda inerente à linha de transmissão. Vamos dar um exemplo: digamos que um radioamador tenha um transmissor de 100 W, uma linha de transmissão com atenuação de 7 dB e uma antena cuja ligação com a linha de transmissão fosse

interrompida, seja por corrosão, seja por quebra por fadiga, não transferindo nada para a antena. A atenuação de 7 dB reduzirá a potência cinco vezes, chegando ao fim da linha de transmissão 100/5 = 20 W. Sendo a ligação com a antena interrompida, o término aberto da linha refletirá todos os 20 W. Tendo no retorno a mesma atenuação de cinco vezes, a potência que chegará de volta ao refletômetro será 20/5 = 4 W, ou seja, 4% da potência incidente, correspondendo a uma relação de ondas estacionárias de 1,5:1. O radioamador fica contente, pois a ROE é baixa, e não entende por que não chega com seu sinal a lugar algum (ver Fig.7.2).

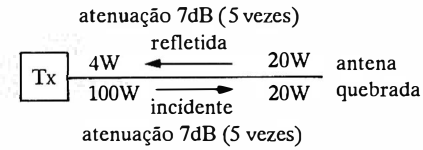


Fig. 7.2 Perdas de linha de transmissão fazendo aparentar uma baixa relação de ondas estacionárias.

Terminados os aspectos da relação de ondas estacionárias, e antes de entrar no mérito das antenas, temos que abordar outra faceta envolvida na ligação da linha de transmissão ao sistema irradiante: o balanceamento.

Muitos tipos de antenas, em primeiro lugar os dipolos e Yagi, são balanceados, enquanto os cabos coaxiais são desbalanceados. Ligando uma antena balanceada a um cabo coaxial, o condutor externo deste último começará a apresentar tensão de radiofreqüência e a irradiar como se fosse parte da antena. Na maioria dos casos, essa irradiação não tem maiores conseqüências, e o sistema pode ser deixado como está. Quando, porém, o cabo coaxial, que irradia ele próprio, passa nas proximidades de outros receptores, de rádio ou de televisão, pode aumentar o risco de interceptação dos sinais irradiados. Nesse caso, deve-se tratar de eliminar a irradiação pelo condutor externo do cabo.

A solução convencional para o acoplamento de um sistema balanceado a um desbalanceado é um *balun* (*balanced/unbalanced*). É necessário que o *balun* não introduza reatância no sistema e, no caso de possuir núcleo de ferrita, não apresente saturação nas potências e freqüências utilizadas (ver Fig. 7.3).

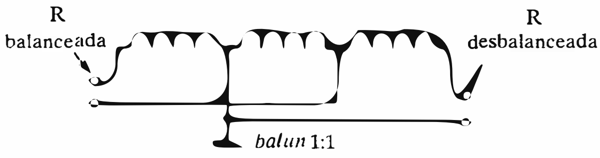


Fig. 7.3 *Balun* 1:1

Outra solução considerada "quebra-galho" contra a irradiação pelo condutor externo é formar com o cabo coaxial um indutor de seis espiras junto à sua ligação à antena, que poderá representar um obstáculo à radiofreqüência (ver Fig. 7.4).

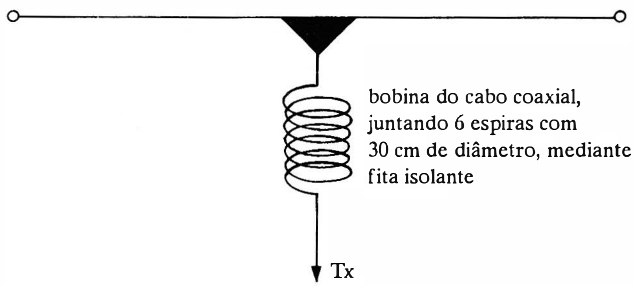


Fig. 7.4 Desacoplador indutivo do cabo coaxial.

A pergunta que freqüentemente surge em relação a antenas, por parte de radioamadores principiantes, é: qual a melhor antena? Posso responder a essa pergunta com outra: qual é o melhor automóvel? Alguns vão responder que é o Mercedes SL; outros dirão que é o McLaren; ainda outros afirmarão que é o Rolls Royce, o Buggy... Tudo depende da finalidade para a qual será usado. Com antenas, o caso é o mesmo. Eu costumo responder que a melhor antena é aquela que coloca o sinal necessário, no local de recepção, com o menor desperdício em outras direções, com a menor potência gerada, com o menor espaço ocupado, com a menor resistência ao vento, com o menor peso e com o menor custo.

Além do tipo e dimensionamento da antena, também sua localização é importante. Nem sempre a altura maior é vantajosa. Já ouvi queixas de um radioamador que, com seu dipolo de 40 m, colocado a uma altura de 20 m, não

consegue falar com um colega a 30 km de distância, enquanto outro radioamador de sua cidade, com o mesmo transceptor e com dipolo a 5 m de altura, consegue falar perfeitamente.

A explicação é óbvia: com antena a meia onda de altura, o ângulo de saída é baixo, 30°, muito adequado para DX, mas não serve para 30 km. Com altura de 5 m, que corresponde a um oitavo de onda, o ângulo de saída é elevado e dá, com a reflexão tipo guarda-chuva, boa cobertura a distâncias menores. Além disto, um dipolo à altura de um oitavo de comprimento de onda, perde suas características direcionais e passa a ser onidirecional, enquanto à altura de meia onda ela tem diretividade acentuada, e, por este motivo, sua direção é crítica.

Da mesma forma que a antena em posição mais elevada nem sempre serve para todas as finalidades, o aumento de ganho de uma antena também pode trazer resultados negativos.

Podemos citar um radioamador que opera em VHF no fundo de um vale, com antena onidirecional. Se ele quiser chegar mais longe aumentando o ganho da antena, obterá resultados negativos, pois a antena de alto ganho, com ângulo de abertura de irradiação vertical mais fechado, vai ser menos capaz de passar sobre os obstáculos do acidente geológico (ver Fig. 7.5).

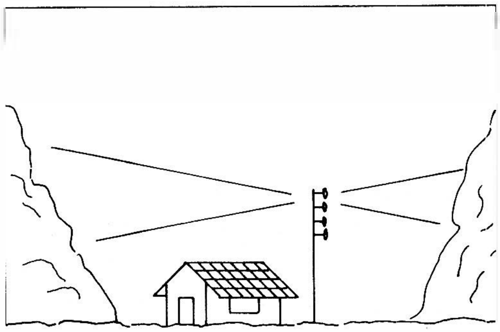


Fig. 7.5 O radioamador no fundo do vale com antena onidirecional de alto ganho.

Dos dois exemplos acima citados, relacionados com a altura de montagem da antena e com os ângulos de seu diagrama de irradiação vertical e horizontal, os leitores já devem ter percebido que há uma grande diferença entre o ganho de um amplificador linear e o ganho de uma antena. A antena não produz energia de radiofreqüência, mas seu ganho provém, unicamente, do

poder de concentração do feixe eletromagnético de transmissão (também na recepção) sobre determinadas áreas, delimitadas verticalmente (nas antenas onidirecionais) ou vertical e horizontalmente (nas antenas direcionais) (ver Fig. 7.6).

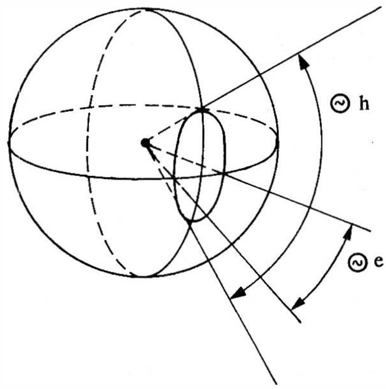


Fig. 7.6 O ganho de uma antena direcional é igual ao quociente da superfície total da esfera e da elipse delimitada pelos pontos correspondentes à metade da potência máxima (abertura de meia potência). Os ângulos ***h*** e ***e*** representam as aberturas vertical e horizontal, respectivamente.

Todo tipo de antena, portanto, tem algum ganho em alguma direção, proveniente do fato de que as antenas não irradiam uniformemente em todas as direções. A única antena que não tem ganho algum existe somente na teoria: imaginemos uma antena concentrada em um único ponto, centro de uma esfera, irradiando para toda a superfície da esfera ao seu redor, com intensidade igual. Essa antena teórica se chama *antena isotrópica.* A utilidade prática da antena isotrópica é servir como base de comparação para todas as demais antenas. Os ganhos de todos os tipos de antenas, baseados na antena isotrópica, são expressos em unidades dBi, onde a letra *i* indica que o sinal máximo da antena foi comparado com o sinal de uma antena isotrópica, colocada no mesmo lugar.

Como valores práticos, vou citar agora o ganho máximo teórico de algumas antenas comumente usadas, isto é, comparadas com a intensidade do sinal que fosse fornecido pela antena isotrópica.

Subentende-se que todos os ganhos citados são na direção de irradiação máxima, do lóbulo principal.

Quando, ao invés da antena isotrópica, a base de comparação do índice de ganho é o dipolo simples, deveremos deduzir, dos valores acima, o ganho do dipolo, ou seja, 2,14 dB, e o símbolo da unidade de ganho será dBd.

Antenas	Ganhos máximos (dBi)
Dipolo de meia onda	2,14
Dipolo dobrado com plano refletor	7,14
Yagi de três elementos	10,64
Yagi de quatro elementos	12,14
Cúbica de quadro de dois elementos	9,44
Cúbica de quadro de três elementos	11,44
Vertical de um quarto de onda	0,64

As antenas onidirecionais apresentam ganho em um anel de eixo vertical; as antenas direcionais, por seu lado, apresentam ganho em uma elipse formada na parte da esfera isotrópica para onde a antena estiver dirigida (ver Fig.7.6).

Fora dessas áreas, uma antena direcional apresentará sinal mais fraco do que uma não direcional, pois tira do resto da esfera a potência concentrada em sua direção preferencial.

Quais são os requisitos básicos com relação a um determinado tipo de antena? Os requisitos básicos restringem-se a três aspectos principais, ou seja: físicos, de localização e elétricos.

Entre os aspectos físicos importantes, podemos ressaltar: a rigidez mecânica que evita a deformação, mesmo com um movimento de ar de elevada intensidade, como o vento, a velocidade de um veículo ou ambos; prevenção de quebra por fadiga (ruptura da estrutura cristálica do material por movimentos repetidos); proteção contra corrosão ou outras formas de deterioração de contatos; proteção dos isolamentos contra fugas oriundas de degradação de materiais orgânicos (por exemplo, o bambu das cúbicas de quadro) ou depósito de poluição atmosférica, bem como a prevenção de alteração das dimensões físicas, como do comprimento elétrico dos cabos torcidos devido à oxidação da superfície de seus elementos.

Entre os aspectos de localização, deveremos mencionar a altura sobre o nível médio do terreno adjacente, liberdade de irradiação, ou seja, ausência de obstáculos volumosos no sentido de transmissão, acima de um ângulo de 10° sobre o plano horizontal e até uma distância de algumas centenas de comprimentos de onda, a fim de permitir que ondas contornem o obstáculo, bem como a ausência de objetos próximos que, devido às suas dimensões, possam entrar em oscilação parasita, absorvendo energia e alterando o padrão de irradiação como se fossem diretores ou refletores.

Os mais importantes aspectos elétricos:

a. não devem apresentar reatância indutiva ou capacitiva na freqüência de operação ou, em outras palavras, ressonar naquela freqüência;

b. apresentam nessa freqüência uma resistência ôhmica possivelmente próxima à da saída do transmissor e da linha de transmissão, isto é, oferecem ao sistema um casamento de impedâncias aceitável;

c. proporcionam uma largura de faixa suficiente, ou seja, que os parâmetros de que tratam os itens anteriores sejam aceitáveis ao longo da faixa de freqüências para a qual a antena se destina;

d. concentram a irradiação e a captação de energia de radiofreqüência mais próximas possíveis das áreas de nosso interesse;

e. minimizam a irradiação e a captação de sinais nas direções não desejadas (relação frente/costas);

f. obedecem, quando for necessário, à polarização de ondas desejada, ou seja, horizontal, vertical, elíptica ou circular, observando nestes últimos casos o sentido de rotação.

O número de tipos de antenas é muito grande. Por este motivo, o assunto será detalhado, a seguir, em itens separados. Estamos utilizando no serviço de radioamador monopolos, dipolos, Yagi, *log*-periódicas, *delta-loops*, cúbicas de quadro, quadras suíças, discones, *bazookas*, piramidais, helicoidais, tetrahélices, colineares, refletoras de canto, parabólicas, rômbicas, fio longo (Beverage), Zeppelins, Levis, Windoms, *slopers*, sendo que muitas destas podem ser monobandas, multibandas ou de faixa larga.

A título de curiosidade, posso ainda mencionar que existem radioamadores em São Paulo que utilizam antenas de ferrite blindadas para captar sinais em ondas miriamétricas (ou seja, em VLF) dos Estados Unidos e também outras antenas magnéticas para as ondas curtas (ver Item 7.19).

Além da escolha certa do tipo de antena, é importante o seu correto dimensionamento. Hoje em dia, já existem programas de computador que facilitam sobremaneira o trabalho do projetista. Por mais exato que seja o cálculo de uma antena, essa deve ser testada, medida e ajustada em lugar livre de obstáculos e de reflexões até cem comprimentos de onda. As grandes fábricas de antenas do mundo mantêm campos de testes enormes, com torres altas (para evitar a reflexão da terra) e, mesmo assim, só podem testar antenas de ondas curtas em tamanho reduzido, por meio de modelos em escala (antenas de 2 m estão sendo medidas e extrapoladas para 20 m). Os resultados podem ser visualizados na tela de um analisador e medidos com sistema digital com exatidão de 0,1 dB ou ainda melhor (ver Item 7.4).

Sabe-se que o radioamador comum não dispõe de campos de prova similares, nem de recursos para o trabalho com os modelos em escala. Todavia, para medir a impedância de antenas direcionais de alto ganho (e de relação favorável de frente/costas), pode-se imitar o espaço livre dirigindo a antena para o zênite (devido à insensibilidade da antena nas costas, a influência do ambiente fica desprezível).

Quais são os instrumentos utilizados nas medições de antenas?

Aqui voltamos à analogia com a medicina. O termômetro do médico corresponde ao refletômetro do radioamador. O aparelho de raios X corresponde à ponte de impedâncias R-X que mede a resistência de irradiação e a reatância na freqüência de operação (ver Item 9.8). Finalmente a tomografia computadorizada do médico corresponde a um analisador de espectro que apresenta o comportamento da antena na parte do espectro de nosso interesse.

É óbvio que nenhum manual de antenas contém todos os tipos existentes de antenas, e muito menos um manual geral de radioamador. Assim, procuramos escolher um número grande de antenas, desde as mais baratas, que economizam a linha de transmissão até os novos sistemas de Yagi multibandas, em que todas as bandas aproveitam todo o comprimento dos elementos. Espero que entre as antenas apresentadas, o leitor encontre uma ou mais de seu interesse.

Longe de pretender ser completa e/ou exaustiva, esta introdução objetiva dar ao radioamador um fundamento sólido, no qual ele poderá basear qualquer análise sobre os variados tipos de antenas com que se defrontará em suas atividades de aficionado. Em seguida descreveremos alguns tipos de antenas de maior interesse. Devido a sua abrangência, a matéria de antenas será objeto exclusivo do próximo livro do autor, intitulado *Antenas para o Radioamador*.

7.2 Antenas Horizontais de Fio

Entre as antenas horizontais de fio, as mais utilizadas são: dipolo e dipolo V-invertido. Elas são de tal simplicidade que qualquer radioamador pode construí-las, tanto do ponto de vista dos conhecimentos técnicos quanto do QSJ. Elas não pretendem concorrer com as Yagi, nem com as cúbicas de quadro. Elas não têm a pretensão de oferecer ganhos de dezenas de decibéis, nem de colocar no Japão S9 + 50 ao meio-dia com um transmissor de 50 W em 40 m. Dentro de sua classe, porém, podem ser consideradas de desempenho comparável ao de antenas de fabricação industrial.

Conscientes dessas limitações, podemos concluir que os usos indicados para elas são:

a. nas faixas onde as dimensões físicas para um bom desempenho impossibilitam o uso de antenas rígidas, como em 80 e 160 m;

b. como antenas adicionais em faixas para as quais o radioamador ainda não esteja equipado com antenas de alto ganho;

c. instalações com baixo índice de utilização, como QTH adicionais, casas de campo, de praia, onde o uso médio anual não justifica maior empate de QSJ, nem a exposição de antenas mais caras, durante o ano inteiro, às intempéries;

d. usos portáteis, quando os meios de transporte ou as facilidades de instalação não permitem o uso de antenas rígidas de fabricação industrial;

e. como antena de reserva, ou de emergência, ao lado das Yagi ou de cúbicas de quadro, de uso permanente;

f. como antenas provisórias, enquanto o amador não integralizar o QSJ necessário para a aquisição de uma antena definitiva.

Os únicos "instrumentos" necessários para a confecção e o ajuste das antenas descritas são uma trena - ou outro meio para medir comprimento -, bem como um refletômetro, adquirido, emprestado ou montado em casa.

7.2.1 Dipolo monobanda e multibanda

Este sistema irradiante é muito comum, balanceado (isto é, independente do sistema de terra), e seu único ajuste eventualmente necessário é o do comprimento.

O sistema pode ser feito com fio de cobre nu, latão, ou com fio esmaltado. Serve até fio "semi-esmaltado" (isto é, reaproveitado do enrolamento de transformadores queimados). Não é recomendável o uso de cordoalha torcida ou trançada, pois, com a oxidação dos fios, ela aumentará seu comprimento elétrico com o tempo.

O comprimento dos condutores é ligeiramente inferior ao de meia onda. A Fig. 7.7 apresenta um gráfico que fornece o fator de comprimento conforme a relação da meia onda com o diâmentro do condutor. Como se vê, para a grande maioria das antenas de fio, o fator de encurtamento situar-se-á entre 94 e 96%. De qualquer forma, embora seja mais prático e confortável dimensionar a antena exata antes de sua instalação, qualquer divergência dos comprimentos ideais poderá ser detectada pelo refletômetro e corrigida em seguida.

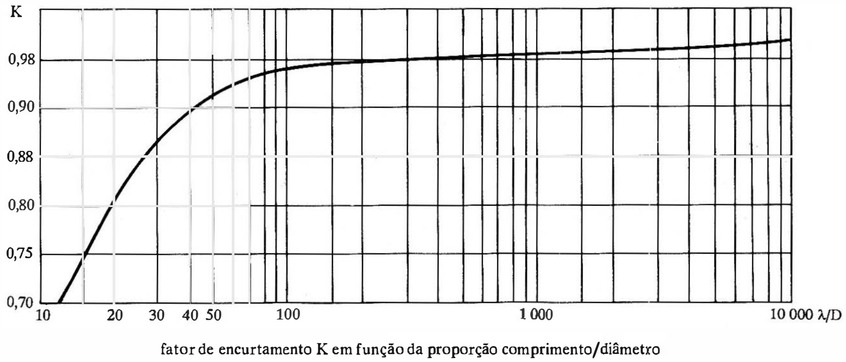


Fig. 7.7 O fator de encurtamento (K) em função da relação meia onda/diâmetro.

De nossa parte, como ponto de partida para o trecho das subfaixas de fonia mais utilizadas no serviço de radioamador, recomendamos os seguintes comprimentos:

Faixas (m)	Comprimentos (m)
160	2 x 39,00
80	2 x 19,30
40	2 x 9,96
30	2 x 7,00
20	2 x 5,00
17	2 x 3,93
15	2 x 3,35
12	2 x 2,85
10	2 x 2,50

Como já mencionamos, essas medidas, se não derem certo em uma ou mais faixas na primeira tentativa, certamente serão bem aproximadas mesmo naquelas bandas. Alguns centímetros de emendas ou encurtamento poderão trazer a freqüência de ressonância dezenas de quilohertz mais próximos àquela de nosso maior interesse, especialmente nas bandas de freqüência mais elevadas.

Para saber se a antena necessita de aumento ou redução de comprimento, ou se está com o comprimento certo, basta medir a ROE em cada 100 kHz da faixa desejada e traçar o respectivo gráfico. Se ele oferecer o mínimo (relativo) de ROE na freqüência desejada, tudo está *ok* e não há necessidade de

alteração. Se indicar o mínimo em freqüência mais alta, a antena deve ser emendada. Se ela indicar o mínimo em freqüência mais baixa, a antena deve ser encurtada (igualmente em ambos os lados).

Quanto deve ser aumentada ou diminuída a antena? Não é necessário fazer mais tentativas, pois a regra é simples: a diferença percentual entre o comprimento necessário e o comprimento existente é igual à diferença percentual entre a freqüência de ressonância desejada e a freqüência de ressonância encontrada.

Por exemplo: um dipolo de 80 m, com o qual devemos operar em redor de 3 700 kHz, no caso de ressonar (mínimo de reflexão) em 3 900 kHz, deverá ser prolongado em:

$$\frac{3900}{3700} - 1 = \frac{5,4}{100}, \text{ ou seja, } 5,4\%$$

Assim, uma só medição em cada faixa nos leva direto ao comprimento certo do dipolo.

Embora a antena dipolo já seja inerentemente de faixa bastante larga, sua largura de faixa pode ser aumentada a partir da ligação de dois dipolos em paralelo, sendo um com comprimento correspondente a um lado da banda, e o outro com comprimento correspondente ao outro lado da banda (técnica utilizada principalmente por radioamadores que operam em 80 m tanto em telegrafia quanto em fonia). Os dois dipolos estão sendo alimentados do mesmo ponto terminal da única linha de transmissão. Para evitar acoplamento mútuo, convém instalar os dois dipolos perpendicularmente um ao outro.

Dipolos multibanda utilizam o mesmo cabo coaxial para a alimentação e, até, os mesmos postes de sustentação. Eles constam de dipolos de vários comprimentos, suspensos a pequena distância um do outro. Um meio barato para as duas bandas é a linha paralela de TV de 300 Ω, desde que um condutor seja cortado para uma faixa e o outro condutor para a outra faixa. Assim, com duas linhas de fio paralelo pode-se fazer antena para cinco faixas: um par para 80 e 40 m; um par para 20 e 10 m. A antena de 40 m de meia onda funcionará na faixa de 15 m como dipolo de três meias ondas, dispensando o quinto fio.

As ligações do dipolo ao cabo coaxial devem ser de preferência soldadas (para garantir contato permanente) e posteriormente protegidas contra intempéries. A ligação do fio da antena ao cabo deve ser flexível, permitindo movimento, a fim de prevenir quebra do fio por fadiga (ver Fig. 7.8). Como

isolante terminal, podemos utilizar o próprio fio de náilon, com diâmetro de 1,8 ou 2 mm, de fabricação nacional, encontrado nas casas de fios e cordas sob o nome "linha de pescar", em carretéis de 50 e 100 m.

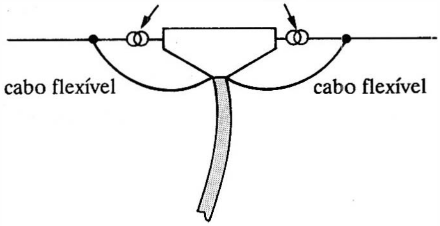


Fig. 7.8 Como proteger o dipolo contra quebra por fadiga pelo movimento causado pelo vento. O isolador central deve ser o menor possível (no desenho, foi ampliado para melhor visualização) e deve ser de material o menos higroscópico possível (esteatita, vidro, *teflon* etc.).

Nas amarrações aos esticadores-isoladores de náilon, o fio deve ser limpo (descascado, no caso de fio esmaltado), dobrado no comprimento certo e soldado. Se o fio for dobrado e simplesmente enrolado sobre si mesmo, em caso de contato elétrico deficiente o comprimento elétrico da antena ficará alterado. Por conseguinte, é necessário soldá-lo. O lugar soldado deve ser pintado com tinta protetora. Devemos lembrar, ainda, que a linha de náilon sofre alongamentos sob efeito de tensão mecânica. Conseqüentemente, devemos reesticá-la uma semana depois da instalação, ou colocar roldana e peso em um dos extremos para mantê-la sempre bem esticada.

Agora, algumas palavras sobre o cabo coaxial a ser utilizado. Falando-se de dipolos, a maioria dos radioamadores optará imediatamente por cabos de 72 Ω, dizendo que a impedância de um dipolo está perto de 72 Ω. Isso é verdade para os dipolos localizados em altura infinita, e, a título de exceção, também para as alturas de 0,2; 0,5; 0,73 e 1,0 comprimentos de onda. Para qualquer outra altura, a resistência do dipolo é diferente e varia conforme a Fig. 7.9.

Como se vê, nas alturas de 0,15 e 0,6 comprimentos de onda, ela casará bem com cabo coaxial de 52 Ω.

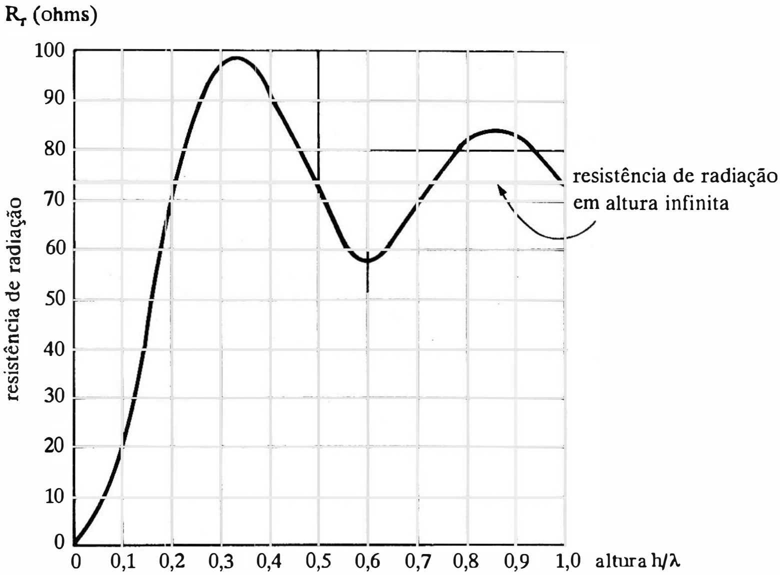


Fig.7.9 Resistência de radiação de antenas dipolo horizontal de meia onda, em função de sua altura.

Falando de alturas, devemos mencionar sua grande influência sobre o ângulo de saída de radiação. A Fig. 7.10 apresenta os ângulos verticais dos lóbulos máximos de radiação, bem como os ângulos de radiação zero, até alturas de seis comprimentos de onda.

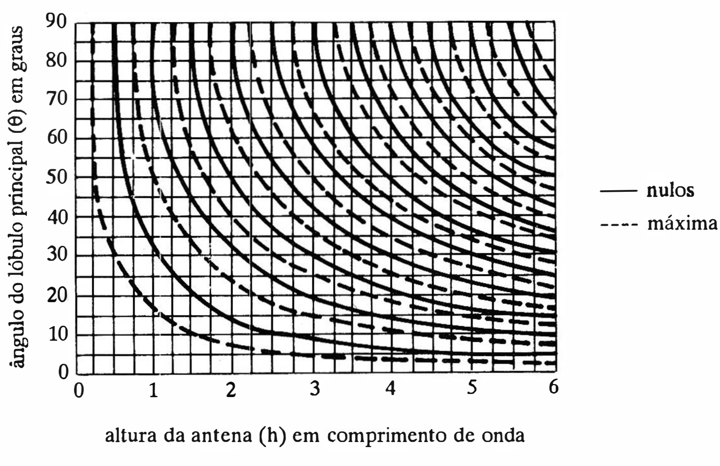


Fig. 7.10 Ângulos verticais dos lóbulos de irradiação (linhas interrompidas) conforme altura da antena. Como se vê, até 0,75 λ só há um lóbulo a considerar.

Com base nas Figs. 7.9 e 7.10, para maior conveniência dos que operam na faixa de radioamador, compilamos a Tabela 7.1.

Os leitores mais versados em geometria podem verificar na Fig. 7.10 que a relação entre a altura dos dipolos e o ângulo de seus lóbulos segue uma regra hiperbólica, e que, para o primeiro lóbulo a contar do horizonte, o produto da altura (em comprimento de onda) e do ângulo vertical (em graus) está perto de 15° para todas as alturas acima de 0,15λ. Esta regra simples, facilmente memorizável, permitirá ao radioamador calcular, a qualquer instante, o seu ângulo de saída. Para sermos completos, vamos citar que a mesma regra vale também para os ângulos de saída das antenas Yagi. Em fórmula matemática fica:

$$\alpha = 15 \times \frac{\lambda}{h}$$

onde α = ângulo do lóbulo principal, em graus; λ e h são expressos em unidades idênticas de comprimento (ambos em metros, ou ambos em pés etc.). Por exemplo: uma Yagi de 20 m a 12 m de altura terá lóbulo máximo no ângulo de

$$\alpha = 15 \times \frac{20}{12} = 25°$$

Falando sobre altura de antenas, devemos mencionar mais um fato importante. Uma antena dipolo ou Yagi tem sua radiação máxima (e, conseqüentemente, ganho) na direção perpendicular aos elementos; todavia, este ganho somente aparece em ângulos de radiação inferiores a 60° verticais, correspondentes a alturas superiores a um quarto de onda (ver Tabela 7.1). É óbvio que irradiando em ângulo vertical de 75 a 90° desaparece qualquer efeito diretivo horizontal.

Quanto ao diâmetro do cabo coaxial, o fator determinante não é somente a potência, mas, também, as perdas. Quando o comprimento do cabo excede a 10 m, convém optar pelo cabo RG213 (conhecido entre os radioamadores sob o nome "cabo grosso"). Para comprimentos menores, freqüências baixas e potências não superiores a 200 W, pode-se utilizar também o cabo RG58 (conhecido entre os radioamadores como "cabo fino").

Uma vez ajustada a antena, utiliza-se o menor comprimento possível de cabo, não somente pelo seu custo, mas, também, porque cada metro desnecessário aumenta as perdas, tanto na transmissão, quanto na recepção.

TABELA 7.1

Resistência de Radiação e Ângulos Verticais de Saída Máxima de Dipolos (em Função de sua Altura)

Alturas λ	Alturas nas bandas de: 10	12	15	17	20 (m)	30	40	80	160	Resistências de radiação Ω	Ângulos verticais de saída máxima (graus)
0,05	0,53	0,60	0,70	0,83	1,06	1,48	2,11	4,05	8,22	9	90
0,10	1,05	1,20	1,41	1,66	2,11	2,96	4,23	8,11	16,43	20	90
0,15	1,58	1,80	2,11	2,48	3,17	4,44	6,34	12,16	24,65	45	90
0,20	2,10	2,40	2,82	3,31	4,23	5,93	8,45	16,22	32,88	72	75
0,25	2,63	3,00	3,52	4,14	5,28	7,41	10,56	20,27	41,10	87	60
0,30	3,16	3,60	4,23	4,97	6,34	8,89	12,68	24,32	49,32	97	50
0,35	3,68	4,21	4,93	5,79	7,39	10,37	14,79	28,38	57,53	97	43
0,40	4,21	4,81	5,63	6,62	8,45	11,85	16,90	32,43		91	38
0,45	4,47	5,41	6,34	7,45	9,51	13,33	19,01	34,49		80	35
0,50	5,26	6,01	7,04	8,28	10,56	14,81	21,12	40,54		72	30
0,55	5,79	6,61	7,75	9,11	11,62	16,30	23,24	44,59		60	27
0,60	6,32	7,22	8,45	9,93	12,68	17,78	25,35			57	25
0,65	6,84	7,82	9,15	10,76	13,73	19,26	27,46			61	23
0,70	7,37	8,42	9,86	11,59	14,79	20,74	29,58			69	21
0,75	7,89	9,02	10,56	12,41	15,84	22,22	31,69			76	20
0,80	8,42	9,62	11,26	13,25	16,90	23,70	33,80			82	19
0,85	8,95	10,22	11,97	14,07	17,96	25,19	35,92			84	18
0,90	9,47	10,83	12,68	16,56	19,01	26,67	38,03			83	17
0,95	10,00	11,43	13,38	15,73	20,07	28,15	40,14			79	16
1,00	10.53	12,03	14,08	16,56	21,13	29,63	42,25			73	15

Um dipolo é um elemento irradiante balanceado, ao passo que um cabo coaxial é uma linha de transmissão desbalanceada. Ligando-se um ao outro, a irradiação máxima não será exatamente perpendicular ao fio (o que não é problema para o amador), e o condutor externo do cabo coaxial também irradiará um pouco. O que fazer? Como já vimos no artigo 7.1, há três alternativas:

a. deixar como está; a maioria dos radioamadores, inclusive eu, deixamos assim mesmo. A nossa maioria até agora não observou qualquer inconveniente;

b. ligar um *balun*, ou seja, um simetrizador/dessimetrizador entre o cabo e o dipolo. Se o *balun* não for muito bem feito, ele aumentará as perdas; introduzirá reatância indutiva no sistema, e se for construído com núcleo ferromagnético poderá até ter efeitos de saturação (ver Fig. 7.3);

c. desacoplar enrolando seis espiras de cabo coaxial com diâmetro de 30 cm, junto ao ponto de ligação à antena. Esse "reator gigante" desacoplará o condutor externo da linha de transmissão da ligação da malha à antena (ver Fig. 7.4).

7.2.2 Dipolo V-invertido: monobanda e multibanda

O dipolo V-invertido é uma das antenas prediletas do antenófilo. O motivo da preferência de muitos não é que ele ofereça um desempenho melhor do que o dipolo comum. Ao contrário: ele oferece um desempenho inferior, proporcionalmente ao seno da metade do ângulo de sua abertura (ver Fig. 7.11).

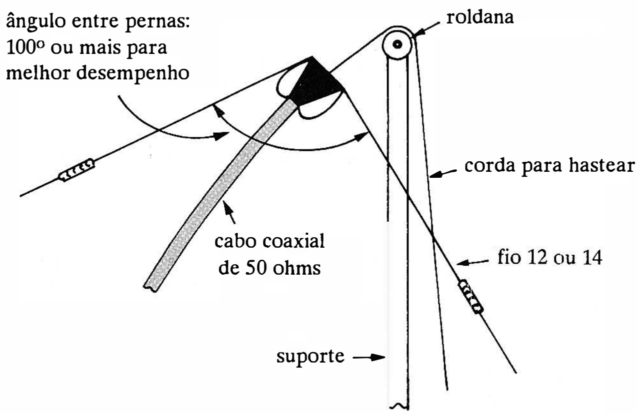


Fig. 7.11 Dipolo V-invertido.

A Tabela 7.2 apresenta o fator de desempenho dos dipolos V-invertidos em relação ao dos dipolos comuns, bem como às parcelas de potência irradiadas com polarização horizontal e às canceladas com polarização vertical para as alturas superiores a um quarto de onda. Pela tabela, podemos observar que, acima de 120° de abertura, o rendimento do dipolo V-invertido pouco difere do rendimento de um dipolo comum.

Sendo assim, quais as conveniências que podem resultar da opção pelo dipolo V-invertido?

TABELA 7.2

Comparação entre Antenas Dipolo Comum e V-Invertido

Aberturas (α)	Índices de desempenho em tensão ($\operatorname{sen}\alpha/2$)	Parcelas de potência irradiada com polarização horizontal ($\operatorname{sen}^2 \alpha/2$)	Parcelas de potência cancelada com polarização vertical ($\cos^2 \alpha/2$)
180 (dipolo comum)	1,000	1,000	1,000
150	0,965	0,931	0,069
120	0,866	0,750	0,250
100	0,766	0,587	0,413
90	0,707	0,500	0,500
80	0,643	0,413	0,587
70	0,574	0,329	0,671
60	0,500	0,250	0,750

As vantagens são de instalação, de manutenção, de espaço e de custos:

a. um só ponto alto de sustentação;

b. é fácil levantar o poste, pois no topo há apenas uma roldana, com fio de náilon atravessando para hastear (e arriar) a antena. Não precisa de fio esticado para o lado oposto da antena dipolo;

c. os próprios elementos da antena servem simultaneamente como estais (especialmente nas versões de multibanda);

d. espaço horizontal ocupado menor do que o do dipolo comum, na mesma proporção indicada na Tabela 7.2;

e. o ajuste de comprimento é mais fácil com as pontas a baixa altura.

Nas versões duobanda e multibanda, ao invés de alinhar os dipolos no mesmo plano, podem ser distribuídos em planos de 90° de cada (duobanda) ou 60° de cada (tribanda), conforme as Figs. 7.12 e 7.13, formando quatro ou seis

estais para segurar o poste e reduzindo o acoplamento mútuo entre as pernas das várias bandas.

Quando falamos de antena dipolo, geralmente se subentende dipolo de meia onda, utilizada na maioria expressiva das instalações. Isto não diz, porém, que o dipolo deva ser necessariamente de meia onda, ou melhor, duas vezes um quarto de onda.

Utilizando dipolo de onda completa (duas vezes meia onda), obteremos um aumento de ganho de 2 dB, aproximadamente, e utilizando duas vezes cinco oitavos de onda, o ganho adicional é aproximadamente de 3 dB. As questões a resolver são o espaço disponível e o casamento de impedância.

Em se falando de espaço disponível, respondo a uma pergunta que freqüentemente surge com relação à exigüidade de espaço: o que fazer se o comprimento indicado não couber no local de instalação, tanto no caso dos dipolos comuns, como no dos dipolos V-invertido?

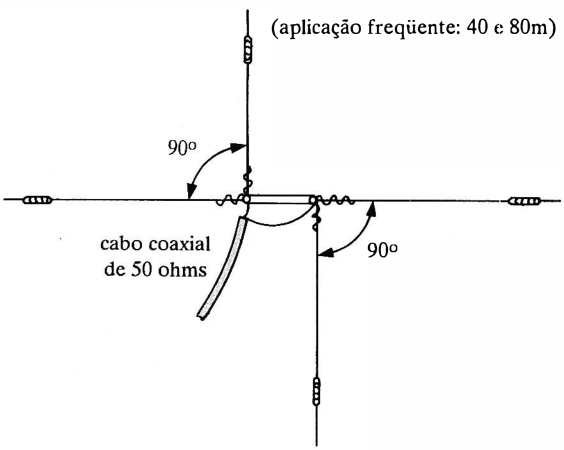


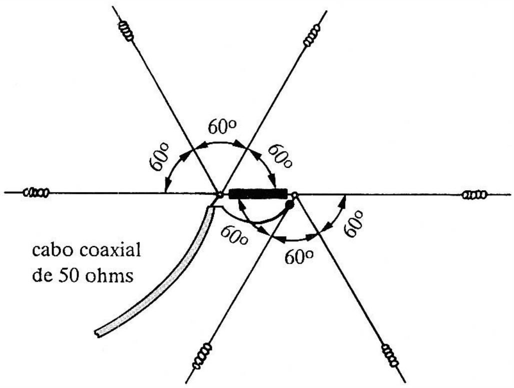
Fig. 7.12 Distribuição física de dipolos V-invertidos duobanda (vistos de cima).

Há duas soluções:

a. utilizar bobinas que compensem a redução do comprimento e que reduzam quase na mesma proporção também o rendimento, assim como a largura de faixa;

b. "quebrar" a(s) perna(s) comprida(s) da antena, o que reduz o rendimento no plano preferencial, porém não reduz a largura de faixa, e aumenta o sinal fora do plano preferencial.

(uso típico: 80, 40 (e 3 x 15) e 20 cm)



obs: isolador central de dimensões exageradas
para melhor visualização das ligações

Fig. 7.13 Distribuição física de dipolos V-invertido tribanda (vistos de cima).

Por motivos óbvios (ter uma desvantagem a menos, uma vantagem a mais, além do custo menor e do ajuste muito mais fácil), opto pela solução b. Em meu QTH de São Paulo, uma das pernas do dipolo de 80 m não coube e teve de ser quebrada em 9 m e em 90°, sendo que a outra perna é reta. Isto significa que, na direção preferencial do dipolo, o sinal será um pouco menor (o que só se percebe pelo essímetro, nunca pela audição); mas, por outro lado, a perna quebrada ajuda a preencher o vazio que o dipolo, instalado em altura suficiente, teoricamente deixaria em seu próprio eixo, e ali a diferença já será perceptível. No caso de bobina de carga, não haveria vantagem que compensasse a perda de rendimento.

7.3 Novas Tendências em Antenas Multibandas: As Antenas Integrais

7.3.1 Yagi tribanda integral

Contrariamente à invenção das Yagi monobanda que data do fim da década de 20, antenas Yagi multibandas são relativamente novas. No auge do ciclo solar 19, ocorrido entre 1956 e 1958, o mais alto na história dos ciclos solares desde o início de seu registro em 1760, o radioamador norte-americano W3DZZ sugeriu o uso de "bobinas de corte", destinadas a limitar o comprimento utilizado dos elementos da antena para a freqüência mais alta, e, ao

mesmo tempo, diminuir seu tamanho físico para as freqüências mais baixas, servindo como bobinas de carga nessas faixas.

Com o princípio de "bobinas de corte", desenvolveram-se muitas famílias de antenas desde então, tanto verticais quanto os dipolos e as Yagi. Um de seus exemplos clássicos é o modelo TA-33 da Mosley, uma Yagi de três elementos, com bobinas de corte duplas em ambos os lados, em todos os três elementos, e acoplamento direto ao cabo coaxial de 52 Ω. Constituindo um bom compromisso entre tamanho, peso, custo e desempenho, ela foi copiada em muitos países nos últimos trinta anos. Sua versão brasileira é conhecida sob o código 3DX3; sua versão argentina sob o código CL32.

Na física e na tecnologia não existe o que os americanos chamam de *free lunch*. Tudo tem o seu preço e as antenas encurtadas, equipadas com bobinas de corte, não constituem exceção.

Comparando-as com a antena integral monobanda, com tamanho físico igual ao seu tamanho elétrico, elas apresentam ganho, largura de banda e relação frente/costas menores. Mesmo assim, elas são as mais utilizadas entre radioamadores no mundo inteiro em ondas curtas nos sistemas direcionais, por representarem um compromisso ideal para o maior número de radioamadores.

Acontece que na mesma época da invenção das bobinas de corte pelo radioamador norte-americano W3DDZ, mais exatamente em 2 de dezembro de 1958, o radioamador inglês, G4ZU, registrou a patente britânica sob o n. 790 576 para um sistema multibanda, relativa a uma Yagi de três elementos, na qual, em 20 m, o tamanho físico era quase igual ao tamanho elétrico de meia onda, em 15 m o comprimento total funcionou como três quartos de onda, e em 10 m o comprimento total funcionou como duas meias ondas em configuração colinear.

É fácil compreender a diferença entre as antenas multibandas reduzidas, com bobinas de corte, e as multibandas integrais, com elementos sintonizadores. Nas Yagi atualmente difundidas para as faixas de 10, 15 e 20 m, o trecho delimitado pela bobina de corte de 10 m funciona como dipolo de meia onda (nas verticais como monopolo de um quarto de onda) de tamanho físico integral (duas vezes 0,25λ). Na faixa de 15 m, delimitada pelas bobinas de corte de 15 m, a bobina de corte de 10 m funciona como bobina de carga, reduzindo seu tamanho físico para duas vezes 0,188λ. Na faixa de 20 m, as bobinas de corte de 10 e de 15 m funcionam como bobinas de carga, reduzindo seu tamanho físico para duas vezes 0,137λ.

Podemos ver que na faixa de 10 m, embora a antena seja de tamanho integral, somente uma parte de sua extensão funciona. Na faixa de 20 m, embora toda a extensão do elemento funcione, o tamanho físico é reduzido com relação

ao comprimento de meia onda. E na faixa de 15 m, o trecho utilizado nem é o tamanho físico real, nem corresponde à extensão total do respectivo elemento.

Agora, para melhor compreender a nova tendência em antenas multibanda, imaginemos um dipolo de 40 m, com comprimento igual a, digamos, 2 x 9,90 m. Em termos aproximados, esse dipolo ressonará na faixa de 40 m como sendo de meia onda, na faixa de 20 m como um dipolo de duas meias ondas, na faixa de 15 m como um dipolo de três meias ondas, e na faixa de 10 m como um dipolo de quatro meias ondas.

Basta assegurar um acoplamento apropriado, para que este dipolo apresente, em todas as faixas a serem utilizadas, uma impedância aceitável para a linha de transmissão e para o transmissor. Visto, porém, que nem todos os casos de antenas multibandas são tão simples como o exemplo citado, utilizam-se os "elementos de sintonia", que fazem ressonar toda a extensão da antena em todas as faixas de freqüência de nosso interesse, em cada uma com tantas meias ondas elétricas quantas forem convenientes ao projetista.

Embora nenhum fabricante de antenas tenha demonstrado interesse em adquirir os direitos de exploração da patente inglesa enquanto esta não caducou, recentemente vários se aproveitaram do seu princípio para fazer ressonar a antena inteira em várias freqüências. O *slogan* deles é: "Por que pagar por uma antena inteira se em várias bandas você somente utiliza parte dela?"

Como valores numéricos, eles citam que numa antena de cinco bandas (10 a 80 m) equipadas com bobinas de corte, o radioamador só utiliza uma terça parte da antena na banda de 10 m, a metade da antena na banda de 20 m, e três quartos da antena na banda de 40 m.

Os leitores já devem ter visto antenas verticais como as da Butternut: HF5V-III, HF6V, 2MCV, 2MCV-5 e similares, com trombones e indutores helicoidais expostos nas várias alturas, denominados "circuitos de sintonia de altíssimo Q", baseados no mesmo princípio da patente de G4ZU.

Contrariamente aos fabricantes que somente começaram a utilizar os princípios do sistema de G4ZU depois que a sua patente expirou, radioamadores australianos, neozelandeses, alemães, tchecos, japoneses, sul-africanos e norte-americanos começaram a construir, desde 1960, antenas com os princípios dele, nas versões Yagi, *quad* e vertical. Uma das de maior sucesso foi a Yagi do radioamador australiano Hans F. Ruckert, VK2AOU, que foi posteriormente industrializada na Alemanha pelo radioamador DJ2UT, denominada antena VK2AOU.

Antes de descrever a construção desta antena por radioamadores, vamos analisar a quem ela se destina. Como mencionei, a grande maioria dos radioamadores, por limitação de espaço, economia e pouco interesse em DX, opta

por antenas Yagi com bobinas de corte como a TA-33 ou sua equivalente, a 3DX3 ou CL32. Os que fazem do DX sua atividade radioamadorística primordial, e que, adicionalmente, não sofrem de limitação de espaço e de dinheiro, optam por Yagi monobandas, em tamanho integral, para 20, 17, 15, 12, 10 e 6 m, formando sobre sua torre uma "árvore de Natal", especialmente se seu topo for ainda aproveitado para antenas de 2, 1 1/4 e 0,7 m. Para os "DXzistas" modestos, o arranjo mais comum é uma Yagi para cada, de 20, 15 e 10 m, empilhadas em tamanho integral; e este é o arranjo que pretendemos substituir pelo sistema VK2AOU.

A antena VK2AOU unifica essas três Yagi em uma única antena (ver Fig. 7.14), que funciona em 20 m como uma meia onda integral de três elementos, em 15 m (três quartos de onda) com ganho equivalente a uma Yagi monobanda de tamanho integral meia onda de quatro elementos, e em 10 m (duas meias ondas) com ganho equivalente a uma Yagi monobanda de tamanho integral meia onda de cinco ou seis elementos, além de apresentar, em todas as bandas, uma largura de faixa comparável a de antenas monobanda. As freqüências centrais do projeto eram 14,15, 21,25 e 28,60 MHz.

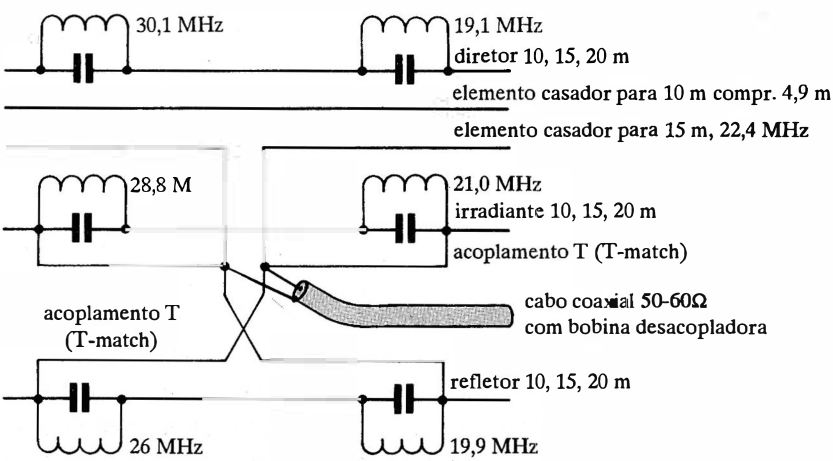


Fig. 7.14 A antena tribanda integral VK2AOU com todos os detalhes. Os capacitores são formados de pedaços curtos de cabo coaxial inseridos no centro do elemento, enquanto as indutâncias são pequenos *loops*. Devemos lembrar que os circuitos resssonantes da figura não ressonam nas freqüências indicadas, mas fazem ressonar os elementos inteiros naquelas freqüências.

A Fig. 7.15 apresenta a variação de ganho, a relação frente/costas e a ROE da antena VK2AOU nas três bandas. Dos resultados apresentados os leitores podem verificar que a antena se compara favoravelmente com a Yagi monobanda de 7 a 8 m de comprimento.

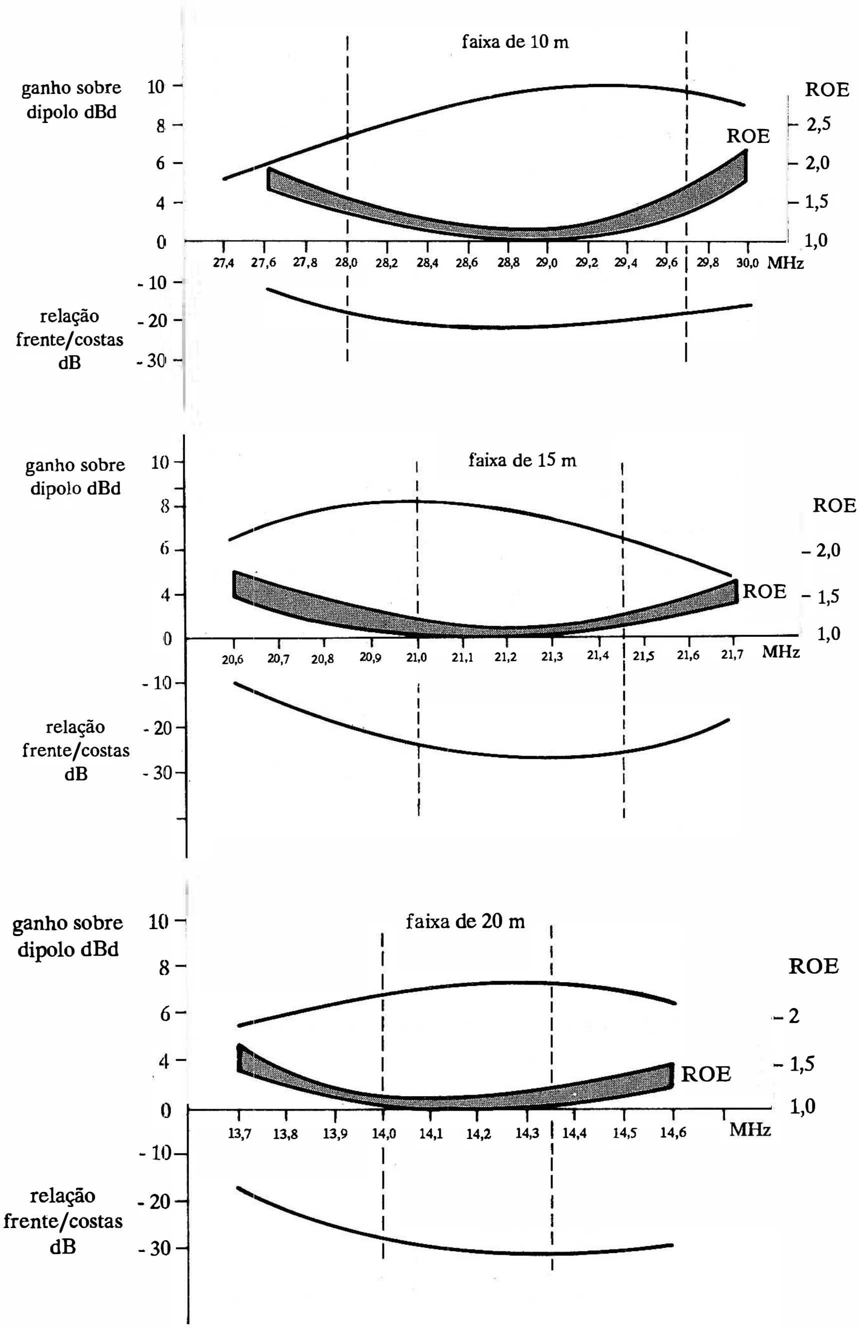


Fig. 7.15 Ganho, relação frente/costas e relação de ondas estacionárias da antena VK2AOU nas bandas de 10, 15 e 20 m.

Como foi desenvolvida a antena VK2AOU? A base dela é uma Yagi meia onda para 20 m em tamanho integral. Ela utiliza espaçamento de apenas 2 m entre refletor e elementos irradiantes, a fim de manter o comprimento da gôndola e o peso do conjunto os menores possíveis (4 m e 23 kg, respectivamente). Para compensar a distância insuficiente do refletor, ele o alimenta em contrafase, conseguindo o mesmo ganho, a mesma relação frente/costas e a mesma largura de faixa de antenas de maior comprimento. De fato, podemos constatar que ele conseguiu reduzir bastante o ângulo de abertura de faixa no plano vertical com esse arranjo.

Até este ponto, temos uma Yagi monobanda de três elementos para a faixa de 20 m, com refletor em contrafase. Como incorporar na antena VK2AOU as faixas de 10 e 15 m?

Em vez de introduzir corta-freqüências ou carga nas metades dos elementos (que reduzem o comprimento útil do elemento nas faixas de freqüência mais elevada, e a área de captação nas faixas de freqüência mais baixa, além de aumentar as perdas ôhmicas, como ocorre nas antenas multibandas à base de bobinas de corte), a VK2AOU fez sintonizar os elementos nas outras duas freqüências com o que outros fabricantes, especialmente os norte-americanos, chamam de "circuitos ressonantes de altíssimo Q".

Como funciona o sistema? Vejamos um dipolo de meia onda (ver Fig. 7.16).

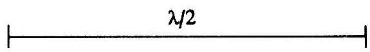


Fig. 7.16 Um dipolo de meia onda.

Com um indutor, ele pode ser posto a ressonar em freqüência mais baixa (ver Fig. 7.17).

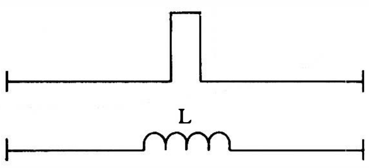


Fig. 7.17 Um indutor abaixa a freqüência de ressonância.

Com um capacitor em freqüência mais alta (ver Fig. 7.18).

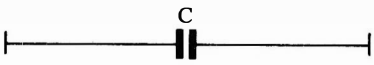


Fig. 7.18 Um capacitor aumenta a freqüência de ressonância.

Considerando ainda a capacitância e a indutância distribuídas da antena, esta pode ser considerada como um circuito ressonante em paralelo (ver Fig. 7.19).

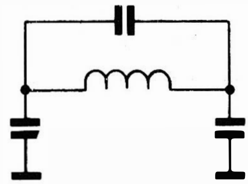


Fig. 7.19 O dipolo como circuito ressonante em paralelo.

Como o próprio dipolo funciona como circuito ressonante em série (ver Fig. 7.20).

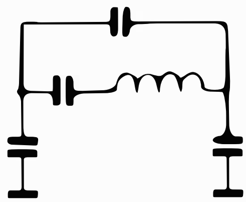


Fig. 7.20 Um dipolo como circuito ressonante em série.

Resultando em um circuito de sintonia dupla (ver Fig. 7.21).

Ao substituir o circuito ressonante em série (Ls e Cs) pelos elementos meio dipolo, e a capacitância do cabo por um capacitor, obtemos, em cada caso, um elemento duobanda (14 e 21 ou 21 e 28 MHz). Não importa a ressonância

do pedaço de cabo, nem sua impedância característica, e muito menos sua velocidade de propagação, pois só conta sua capacitância.

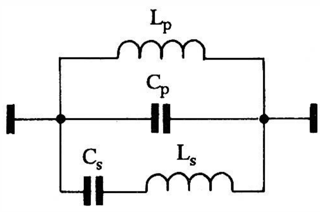


Fig. 7.21 Um dipolo com freqüência de ressonância dupla[1].

Lp pode ser um indutor, um *loop*, um *hairpin* ou uma gôndola dupla com barra de curto-circuito. A capacitância do cabo (Cp), e sua proximidade aos elementos, cria mais freqüências de ressonância devido à indutância distribuída (ver Fig. 7.22).

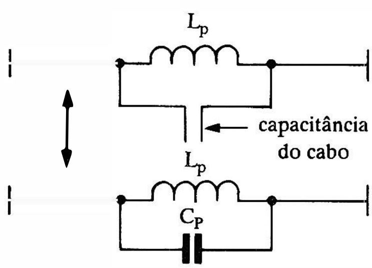


Fig. 7.22 Funciona como capacitor a capacitância interna de um pedaço de cabo coaxial, bem como sua proximidade aos outros elementos.

Depois de compreender os princípios de funcionamento de antenas "multirressonância", podemos projetar nossa antena tribanda, com o elemento irradiante ressonando em 14,15; 21,25 e 28,60 MHz. Para ressonar nessas três freqüências sem comutador e sem circuito de corte que reduza seu comprimento, devemos utilizar um dos dois circuitos apresentados na Fig. 7.23.

1. A ligação em paralelo, de um circuito de ressonância paralela (Lp + Cp) e de um circuito de ressonância em série (Ls e Cs), está sendo utilizada como "tanque multibanda" em transmissores e amplificadores lineares que cobrem de 3,5 até 30 MHz sem comutador. Sempre há duas ressonâncias simultâneas: Lp com Cp de 3,5 até 8,0 MHz, e Ls com Cs de 7,0 até 30 MHz.

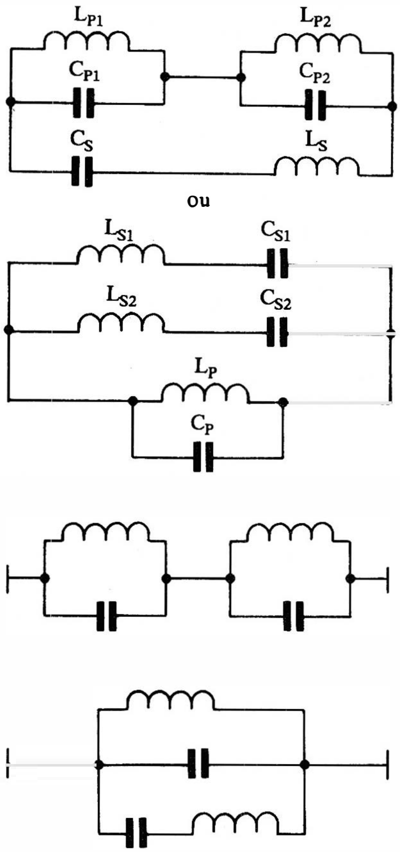


Fig. 7.23 Dipolos com freqüência de ressonância tripla.

Ambos os circuitos preenchem os requisitos. Mediante o ajuste dos três valores L e C, as três freqüências de ressonância podem ser obtidas entre largos limites.

Como já mencionamos anteriormente, um circuito ressonante em série pode ser substituído por um dipolo para obter o elemento tribanda. No primeiro exemplo, temos dois circuitos de ressonância paralela, de freqüências de sintonia diferentes, ligados em série. No segundo exemplo, temos um circuito de ressonância paralela e um circuito de ressonância em série, de freqüência de ressonância diferente, ligados em paralelo no centro do elemento (ver Fig. 7.17).

Esse "elemento tribanda" pode ser tanto um irradiante, refletor ou diretor de uma Yagi, como de cúbica de quadro e também de um monopolo

vertical. Essa solução pode ser aplicada tanto para dipolos de onda completa, como de meia onda e até de um quarto de onda. Para os radioamadores acostumados às "bobinas de corte", devemos lembrar mais uma vez que os circuitos utilizados de sintonia em si *não* ressonam na freqüência de operação do respectivo elemento.

Com esses esclarecimentos, voltemos à antena desenvolvida pelo VK2AOU. Ele inseriu no centro dos elementos um *hairpin* (elemento em forma de U) e um pedaço de cabo coaxial, que serve como capacitor paralelo, para, em seu conjunto, fazer o elemento completo ressonar nas freqüências necessárias à operação nas faixas de 15 e 10 m. Na Fig. 7.14 podemos visualizar o elemento que ressona em freqüência adicional.

Os dois conjuntos de circuitos adicionados fazem ressonar o elemento irradiante em 28,8 e em 21,0 MHz, o elemento diretor em 30,1 e em 21,9 MHz, e o elemento refletor, em 26 e em 19,9 MHz. Sua influência sobre a banda de 20 m é mínima e pode ser facilmente compensada pelo ajuste de seu comprimento.

Agora temos os três elementos da Yagi, cada um ressonando nas freqüências apropriadas de diretor, irradiante e refletor das três faixas. Como acoplar este conjunto a um cabo coaxial de 52 ohms para alimentá-lo e para conseguir um bom casamento em todas as três faixas?

O dipolo irradiante é alimentado com acoplamento T, com pontos de acoplamento a 1 m do centro. No elemento refletor (alimentado em contrafase), os pontos de acoplamento são de 1,4 m do centro. Isto já assegura um ótimo acoplamento para a faixa de 20 m, porém para as faixas de 15 e 10 m são necessários elementos de casamento adicionais.

Em 15 m, VK2AOU ligou aos dois pontos de alimentação as duas metades de um elemento casador, que tem a forma de dipolo, com comprimento de 2 x 3,35 m, a 40 cm de distância do irradiante.

Podemos verificar que em 15 m, as freqüências de ressonância do elemento irradiante (21,0 MHz) e do elemento casador (22,4 MHz) estão do lado oposto da faixa a ser coberta, resultando num efeito alargante de faixa (filtro de banda).

O elemento casador de 10 m é um dipolo de meia onda passivo, com comprimento de 4,9 m, a uma distância de 80 cm do elemento excitado principal. O ajuste exato de casamento em 10 m é obtido pela seleção da relação L/C dos circuitos de ressonância complementar de 30,1 MHz (diretor), em 28,8 (irradiante) e em 26,0 MHz (refletor).

Para casar a linha de transmissão desbalanceada com o sistema irradiante balanceado, formamos do cabo coaxial RG-213/U um indutor de seis espiras,

com diâmetro de 30 cm, amarrando-as com fita isolante bem junto à sua saída de antena. Com isto, evitamos a irradiação da linha de transmissão pela malha, reduzindo possibilidades de TVI.

Visto que a antena somente serve para, e somente será construída por, radioamadores avançados, não há necessidade de fornecer "receita detalhada", bastando dar algumas dicas de orientação como as que seguem:

a. usar preferivelmente gôndola dupla para maior rigidez;

b. se possível, usar como material liga Al-Mg-Si, resistente à corrosão;

c. se possível, todas as ferragens devem ser de aço inoxidável;

d. os pedaços de cabo coaxial utilizados como capacitores devem ter a alma estanhada até 3 cm do dielétrico, e dali em diante, saturados e selados com resina epóxi adesiva, para evitar a penetração de umidade;

e. devemos manter em mente que os *hairpins* (*stubs*) com os capacitores de coaxial não ressonam em si nas freqüências indicadas (como fazem as bobinas de corte), mas só em conjunto com as metades dos dipolos no meio dos quais são inseridos. Assim sendo, seu ajuste deve ser procedido junto aos respectivos dipolos.

7.4 Antenas Yagi: Ganhos e Ângulos de Abertura

Alguns anos atrás, comentando em uma revista as alegações mirabolantes de ganho de uma antena Yagi, caracterizado no folheto como "autêntico canhão", adverti para o perigo de uma guerra de decibéis entre fabricantes de antenas, baseada em números irreais.

Quais são os motivos para alguns fabricantes de antenas indicarem em seus anúncios ganhos superiores aos verdadeiros?

a. equipamento de medição de qualidade inferior ou inadequado;

b. campo de prova inadequado;

c. tentativa de enganar para conseguir vendas à custa de concorrentes honestos;

d. combinação de dois ou três dos motivos acima citados.

Independentemente de meus comentários, foram realizados em 1980, na cidade de Ånnaboda, na Suécia, testes comparativos entre antenas Yagi/Uda, de 2 m, de fabricação norte-americana, francesa e sueca. A preparação do campo de prova foi aperfeiçoada a tal ponto que, entre as duas torres de transmissão e de recepção, foram colocadas duas cercas com dipolos ressonantes no topo, para absorver qualquer energia que pudesse ser refletida pelo solo e captada adicionalmente pela antena receptora.

Como paradigma para as medições comparativas, foi utilizada a antena alemã WISI, modelo UY10, com ganho profissionalmente medido de 9 dBd, com um mínimo de lóbulos secundários e com reflexão mínima ao longo da faixa inteira. Os resultados das medições podem ser resumidos na Tabela 7.3.

TABELA 7.3

Comparação de Ganhos de Antena Anunciados, Teóricos e Medidos

Marcas	Países	Modelos	Comprimentos (m)	Comprimentos (λ)	Abertura de meia-potência horizontal	Abertura de meia-potência vertical	Ganho dBd alegado pelo fabricante	Ganho dBd teórico máximo	Ganho dBd medido em Ånnaboda
KLM	USA	13LBA	6,54	3,16	28	31	15,5	14,62	12,6
Tonna	França	20116	6,40	3,09	32	34	13,85	13,64	12,2
CUE	Suécia	15 144A	6,45	3,12	30	32	14,0	14,18	12,6

Os ângulos de meia-potência, constantes da Tabela 7.3, e que serviram de base para o cálculo do ganho teórico máximo, foram os indicados pelos próprios fabricantes. Podemos observar que dois fabricantes alegaram em seus folhetos ganhos superiores ao teórico máximo.

O que é o ganho teórico máximo de uma antena cuja abertura de meia-potência horizontal é h graus e vertical é v graus?

Conforme o livro *Antennas* (p. 25) de nosso colega J. D. Kraus, W8JK, que, além de ser radioamador entre os mais atuantes do mundo desde sua infância, também é PhD e professor universitário de eletrônica, o ganho de uma antena Yagi/Uda perfeita, sem perdas, é de aproximadamente:

$$G = 10 \log_{10} \frac{41\,253}{h \times v} \text{ (dBi), onde:}$$

G é o ganho da antena com relação à isotrópica;
h é o ângulo horizontal de meia-potência em graus;
v é o ângulo vertical de meia-potência em graus[2].

2. Para os que gostam de matemática e de geometria e para os que se interessam pela matéria, descreverei como Kraus chegou ao fator 41 253.

Quais são os fatores que influem no ganho e na largura de faixa de uma antena Yagi/Uda e que determinam até que grau elas se aproximarão da antena perfeita acima calculada?

a. tipo de gôndola: condutora ou isoladora;

b. diâmetro e comprimento da gôndola em função do comprimento de onda;

c. diâmetro dos elementos em função do comprimento de onda;

d. espaçamento dos elementos;

e. comprimento dos elementos;

f. método de acoplamento da linha de transmissão ao elemento excitado;

g. perdas ôhmicas, por oxidação, dielétricos etc.

Por mais cuidado que se tome no dimensionamento de uma antena, mesmo seguindo de perto os resultados da pesquisa de fundo do National Bureau of Standards, publicada na *QST* e na *Ham Radio*, o resultado nunca pode igualar e, ainda, muito menos, ultrapassar o ganho máximo teórico baseado nos ângulos de abertura. Ao contrário: uma antena prática, nunca perfeita, só pode ter ganho menor do que a teórica. Para dar um exemplo numérico, posso mencionar que somente a existência de um lóbulo lateral com 15 dB abaixo do principal, e de um lóbulo de costas com 20 dB abaixo do principal, que são valores bastantes comuns e nem são dos piores, é suficiente para abaixar o ganho de uma antena Yagi/Uda de 13,90 para 13,35 dBd.

Em conseqüência da divulgação dos resultados das medições de Annaboda, a Tonna, de F9FT, reduziu os ganhos alegados em seus folhetos e

Consideremos um radiador isotrópico alimentado com W watts no centro de uma esfera cujo raio é igual à unidade. É óbvio que a intensidade de radiação Uo na superfície da esfera será:

$$U_0 = \frac{W}{4\pi} \text{ watts por radiano quadrado.}$$

Colocando-se, em lugar da antena isotrópica, uma direcional, alimentada com os mesmos W watts, que projeta sobre uma área B na superfície da esfera, designaremos o valor de radiação máxima como Um. A diretividade é a proporção entre a intensidade do sinal da antena de ganho e a da antena isotrópica, ou seja:

$$D = \frac{U_m}{U_0} = \frac{4\pi}{B}$$

Assim sendo, B - 4π Uo/Um radianos quadrados.
Sabendo-se que um radiano é igual a 360/2π graus, fica:

$$B = \frac{4\pi x 360^2}{4\pi^2} x \frac{U_0}{U_m} = 41253 \frac{U_0}{U_m} \text{ graus quadrados.}$$

anúncios em 1 dB. A ARRL foi ainda mais longe: ela simplesmente decidiu eliminar, em sua revista *QST*, todos os dados de ganho, de relação frente/costas e de relação frente/lados dos anúncios dos fabricantes de antenas. Com essa medida, ela escapou de qualquer responsabilidade com relação às alegações dos fabricantes, mas, por outro lado, não deixou para os leitores nem sequer estimativas sobre o ganho que poderiam esperar da antena anunciada. Ela deixou, todavia, publicar os ângulos de abertura de meia-potência.

Se já não podemos ter os ganhos medidos dessas antenas, ao menos podemos calcular o seu ganho ideal. Para se obter uma seqüência logarítmica com espaçamento mais conveniente ao longo da escala, resolvemos inverter a fórmula de Kraus, derivando a média geométrica do ângulo de meia-potência para todos os ganhos de decibéis íntegros entre 1 e 40 dBi. A fórmula invertida fica:

$$a = \sqrt{\frac{41.253}{10^{G/10}}}\text{, onde:}$$

G é o ganho em dBi, e *a* é a média geométrica dos ângulos de abertura de meia-potência horizontal e vertical.

Por meio de um computador, foi fornecido o resultado como segue na Tabela 7.4. Visto que a *QST* continua publicando, nos anúncios, os ângulos de abertura de meia-potência (às vezes em forma de duas vezes o meio-ângulo), o leitor, com base na média geométrica dos dois ângulos, encontra pela tabela o valor máximo ideal de ganho ao qual a antena poderia teoricamente chegar. A diferença abaixo desse valor fica a critério da estimativa do leitor, em função de eventuais lóbulos laterais e de costas.

TABELA 7.4

Inter-relação do Ganho e do Ângulo de Abertura

dBi	Graus	dBi	Graus	dBi	Graus	dBi	Graus
1	181	11	57	21	18	31	5,7
2	161	12	51	22	16	32	5,1
3	144	13	45	23	14	33	4,5
4	128	14	41	24	13	34	4,1
5	114	15	36	25	11,4	35	3,6
6	101	16	32	26	10,2	36	3,2
7	91	17	29	27	9,1	37	2,9
8	81	18	26	28	8,1	38	2,6
9	72	19	23	29	7,2	39	2,3
10	64	20	20	30	6,4	40	2,0

A esta altura, os leitores residentes no Brasil, muito apropriadamente, irão me perguntar: "se já sabemos o que ocorre com os ganhos de antenas em outros países, como se compara com estes a situação brasileira?"

Para os fabricantes brasileiros, tomamos como base de comparação uma Yagi de dois elementos. Segundo o livro *Beam Antennas*, do colega William Orr, W6SAI, outro expoente mundial dos radioamadores em matéria de antenas, a abertura horizontal dessa antena é de 69° e a vertical é de 80°, ambos os ângulos referentes à meia-potência. Segundo a fórmula de Kraus, o ganho máximo teórico com esses ângulos poderia ser de 8,735 dBi, correspondente a 6,59 dBd. O próprio livro de Orr indica, para a execução prática dessa antena, 5,3 dBd, o que é bem plausível, devido à existência de grande lóbulo traseiro, face à menor relação frente/costas com relação à Yagi de três elementos.

Pois bem. Uma indústria brasileira fabrica três tipos de antenas Yagi de dois elementos: o modelo 1DX2 consta do catálogo com ganho de 4 dBd, o 2DX1 com 4,5 dBd e o 2PX11D também com 4,5 dBd. Assim, podemos aceitá-los como dados reais, honestos e confiáveis, em comparação com o valor teórico.

Mais uma informação de interesse: nas *hamfestas* anuais da ARRL em Dayton, Ohio, que se realizam todos os anos na última semana do mês de abril, costuma ser promovido um concurso de antenas, especialmente entre as construídas pelos próprios radioamadores. Para este fim, a ARRL conseguiu da Hewlett Packard o empréstimo de instrumental completo que computa o ganho das antenas, digitalmente, com exatidão de décimo de decibel. Assim, os radioamadores obtêm base confiável para tentarem melhorar o desempenho de suas antenas até a *hamfesta* do ano seguinte.

7.5 Como Aumentar o Ganho da Yagi Longa?

Todo mundo conhece os elementos parasitas traseiros (e mais longos) das antenas Yagi/Uda, denominados, por sua função, refletores. Sendo a área de captação desses elementos bastante limitada, o ganho adicional por eles proporcionado é modesto. Aumentando a superfície de reflexão efetiva, o desempenho das antenas Yagi pode ser melhorado. Este item esclarece quais são os casos em que compensa introduzir esse melhoramento.

Como se sabe, o refletor mais eficiente é o parabólico, que concentra as radiações paralelas captadas por sua superfície sobre o seu foco geométrico. Na prática do radioamador, as limitações físicas só permitem a utilização de refletor parabólico com microondas, porque, mesmo em UHF, as dimensões de

uma antena parabólica seriam grandes demais para as limitações de espaço do radioamador se quisermos que proporcione ganho apreciável.

Na simplificação da antena parabólica, e conseqüentes concessões quanto aos resultados, chegamos ao refletor de canto, que procura imitar uma parábola em dois planos, concentrando a radiação captada nesse sentido sobre o elemento ativo.

A diferença de ganho entre um refletor semiparabólico formado de um plano curvado e uma antena de canto não é tão grande como parece à primeira vista. Mesmo com refletores ressonantes da Yagi, a distância entre o refletor e o elemento ativo pode variar 50% para cima ou 50% para baixo com relação à distância ideal, e o ganho somente diminuirá de 1 dB em relação ao ganho máximo.

Devido à complexidade da antena de canto, e principalmente à resistência ao vento que ela representa em comprimentos de onda maiores, recorre-se a antenas com refletores múltiplos. Neste caso, estende-se a área de captação dos refletores passivos de antenas Yagi, no sentido perpendicular ao plano dos elementos, utilizando-se, em lugar de um só refletor, dois ou três refletores, todos do mesmo comprimento do original. No caso de dois refletores, ficam colocados simetricamente acima e abaixo da gôndola, no mesmo plano vertical do refletor original, a aproximadamente 0,10 a 0,15 vezes o comprimento de onda da distância da gôndola. Quando se utiliza refletor triplo, as três varetas podem ficar no mesmo plano vertical ou os refletores superior e inferior podem ficar em plano mais próximo do elemento ativo. Este último arranjo pode ser considerado como um refletor de canto simplificado.

Embora pouco conhecido pelos radioamadores brasileiros, o uso de refletores de vareta múltipla não é novo. Na Alemanha, a fábrica Fuba já há tempo comercializa suas Yagi de doze e de vinte e dois elementos com refletor duplo. Na França, a Tonna, de F9FT, produz sua antena longa de dezesseis elementos, para 2 m, também com refletor duplo. A Cushcraft dos Estados Unidos lançou sua antena longa de 24 elementos de UHF com refletor triplo, sob o número de modelo 424B.

Como veremos, o refletor múltiplo oferece tanto maior vantagem quanto maior é o número de elementos diretores. É este o motivo pelo qual a Fuba, a Tonna e a Cushcraft o utilizam com suas Yagi mais compridas, conhecido pelo nome de *boomer*, que poderíamos chamar de "gondolão".

Um refletor mais eficiente aumenta o ganho (expresso em decibéis) com um valor constante, ao passo que o aumento de ganho representado por diretores adicionais é tanto menor quanto maior o número de elementos já

existentes. Assim sendo, a vantagem do refletor múltiplo só aparece com Yagi longas.

Para se ver um exemplo da inutilidade de um refletor múltiplo no caso de Yagi curtas, basta observar as primeiras duas linhas da Tabela 7.5.

Como se vê, uma Yagi de três elementos, acrescida de dois refletores adicionais aumenta seu ganho menos do que quando ganha com a adição de um segundo diretor. Isto quer dizer que com um total de cinco varetas terá menos ganho do que uma Yagi comum de quatro varetas, o que não representa vantagem alguma, só complicação. A vantagem começa quando o número de elementos aumenta. Como se vê na Tabela 7.5, o ganho de uma Yagi de seis elementos, mais dois refletores adicionais, iguala o ganho de uma Yagi comum de oito elementos, embora a gôndola com seis elementos mais dois refletores terá bem menor comportamento do que a gôndola da Yagi comum de oito elementos. Assim, o comprimento da antena fica menor para o mesmo ganho, reduzindo sua resistência ao vento e facilitando sua movimentação. Embora o aumento da superfície refletiva, com refletor triplo, seja de duas vezes, o que corresponderia a 3 dB de ganho adicional, na prática a reflexão pelas duas varetas refletoras extras não é total, assim, podemos contar com um ganho frontal adicional de 1 dB, aproximadamente.

A relação frente/costas depende do ângulo vertical de chegada do sinal às costas da antena e, sendo um problema de alta complexidade, não é possível oferecer dados numéricos.

TABELA 7.5

Comparação dos Ganhos das Yagi Convencionais e com Refletores Adicionais

Números originais de elementos da Yagi	Ganhos sem refletores adicionais		Ganhos com dois refletores adicionais	
	(dBd)	(dBi)	(dBd)	(dBi)
3	8,0	10,1	9,0	11,1
4	10,0	12,1	11,0	13,1
5	11,0	13,1	12,0	14,1
6	11,7	13,8	12,7	14,8
7	12,3	14,4	13,3	15,4
8	12,7	14,8	13,7	15,8
9	13,0	15,1	14,0	16,1

7.6 A Fixação Mecânica das Antenas Yagi

Na montagem e fixação das antenas Yagi, devemos sempre ter em mente que a gôndola de uma Yagi jamais poderá ser sustentada por mastro metálico que caia dentro do plano da antena, mas deve ser sempre perpendicular a esse plano ou, se o comprimento e peso da Yagi o permitirem, fixada atrás do refletor.

Quando a Yagi é de polarização horizontal, a tarefa é fácil. Também é fácil no caso de antenas curtas, que podem ser suportadas atrás dos refletores. Este último arranjo tanto serve para Yagi de polarização horizontal quanto para a vertical. O problema surge quando o comprimento da Yagi de polarização vertical não permite sua fixação traseira. Nesse caso utilizam-se suportes horizontais para a gôndola; no caso de Yagi simples, com contrapeso no outro lado; no caso de duas Yagi verticais, estas podem ser montadas num suporte horizontal, a um comprimento de onda de distância um do outro, ficando o poste de sustentação no meio, entre as duas Yagi. Obviamente, a alimentação das duas antenas em paralelo deve ser feita com dois cabos coaxiais de 75 Ω de comprimento iguais entre si e iguais a um múltiplo ímpar de um quarto de onda elétrica, que, aumentando a impedância de cada uma para 100 Ω, permitem sua ligação paralela para casar com um cabo coaxial comum de 50 Ω.

7.7 Como Complementar uma Antena Yagi de 10, 15 e 20 para as Novas Bandas de 12 e 17 m, Adicionando apenas um Elemento Irradiante?

Com o advento das novas bandas pela WARC '79, muitos radioamadores ficaram em situação difícil: têm as bandas WARC '79 em seu transceptor, mas falta-lhes antena adequada para operar. Muitas vezes falta não somente dinheiro para adquirir, mas também espaço para instalar uma segunda Yagi de, pelo menos, três elementos. Em toda a capital paulista, só conheço um único radioamador que instalou Yagi para as bandas de 12, 17 e 30 m. E um único outro que instalou uma vertical de 12, 17 e 30. A grande maioria, inclusive o autor, se satisfez com dipolos fixos improvisados para operar nas novas bandas, sem dirigibilidade e ainda, mesmo em sua direção escolhida, com ganho bem modesto.

Não tendo ficado satisfeito com o desempenho de um simples dipolo fixo, o autor analisou as antenas já existentes em sua estação e, para grande surpresa, constatou que a Yagi de 10-15-20 m pode ser adaptada para 12 e 17 m, também em configuração Yagi, porém utilizado no sentido contrário.

Como isso é possível? Vamos analisar as freqüências de ressonância

das antenas Yagi de 10-15-20 m mais comuns, ou seja, de três elementos. Nessas Yagi, o elemento irradiante, muito obviamente, deve ressonar no centro do trecho mais utilizado da banda, ou seja, em 14,15; 21,2 e 28,6 MHz. O refletor ressona em freqüências mais baixas, ou seja, em 13,1; 19,6 e 26,5 MHz. Finalmente, o diretor ressona em freqüências mais altas, em 15,0; 22,4 e 30,3 MHz. Podemos esquematizar a antena acima com as respectivas freqüências de ressonância conforme a Fig. 7.24.

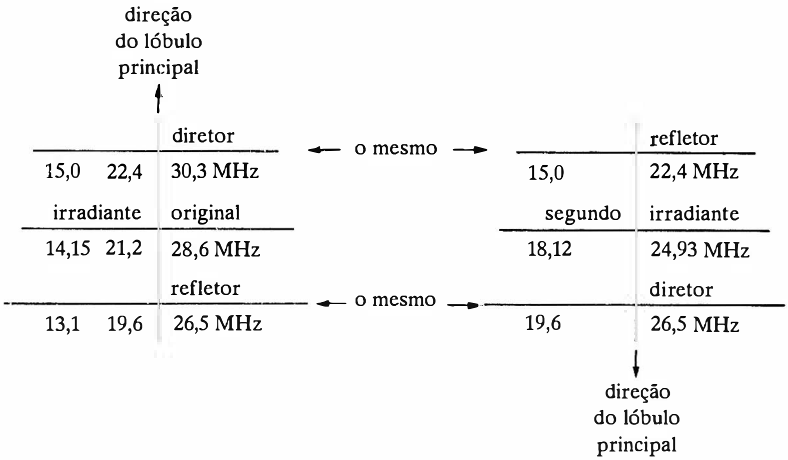


Fig. 7.24 Como funciona em 10, 15 e 20 m.

Fig. 7.25 Como funciona em 12-17 m.

A Fig. 7.25 apresenta a utilização da mesma antena nas bandas novas de 12 e 17 m. Como se vê, o sentido de irradiação se inverte, e o papel dos elementos parasitas também se inverte. Os elementos que ressonaram em 15,0 e 22,4 MHz, como diretores para 20 e 15 m, agora terão a função de refletores para 17 e 12 m. Os elementos que ressonaram como refletores em 19,6 e 26,5 MHz para 15 e 10 m, agora funcionarão como diretores para 17 e 12 m.

Falta agora unicamente o novo elemento irradiante que deverá ressonar em 18,12 e 24,93 MHz, respectivamente. Estando o elemento irradiante de 10-15-20 de um lado do cano suporte da antena, o irradiante de 12-17 fica do outro lado, numa distância suficiente para minimizar o acoplamento mútuo de um elemento irradiante com o outro (como nas antenas modelo Pro-7-A e Pro-67-A da Mosley).

Na parte central do novo elemento irradiante, sua construção mecânica segue de perto a da irradiante de 10-15 e 20, inclusive o suporte/casador central. A diferença está nos comprimentos e nas bobinas de corte.

Como tubo central, utilizamos o mesmo diâmetro do irradiante já existente, porém com comprimento de 15,5% maior, para ressonar em 12 m. Dentro desse tubo, dos dois lados, ficam presas duas varas de pescar de fibra de vidro, que servirão como suportes isoladores para as bobinas de corte e suportarão o fio que completará a antena de 17 m.

Os detalhes de construção para a bobina de corte de 12 m se encontram no Item 8.3 intitulado "Quantos Usos do Cabo Coaxial Você Conhece?" O fio que completa o conjunto do dipolo pelos dois extremos deve ser cortado para ressonar em 18,13 MHz, centro da banda de 17 m.

Como característica de origem, e como é de se esperar, o espaçamento entre elementos na antena Yagi de 10-15-20 é otimizado para a banda de 15 m, sendo grande demais para 10 m e pequeno demais para 20 m. Por isto ele serve muito bem para a Yagi de 12-17 m, bandas para as quais ele fica mais perto do valor ideal do que ao ser utilizado nas bandas de 10 ou 20 m.

Para verificar qualquer possível interação entre o segundo elemento irradiante e a antena original de 10-15-20, em suas bandas originais, convém fazer um levantamento da ROE de 100 em 100 kHz, nas três bandas, antes e depois da instalação do segundo elemento irradiante. Se a freqüência da ROE mínima continuou a mesma nas três bandas, não há mais problema, embora o ganho possa ser um pouco diminuído e a largura de faixa aumentada, devido à diminuição do fator Q pela proximidade de outro elemento. Se a freqüência da ROE mínima se alterou em 10 m ou em 20 m, os comprimentos do trecho central ou das varetas de ponta devem ser reajustados, respectivamente, para restabelecer as freqüências de ressonância anteriores. O mesmo ajuste deve ser feito com o comprimento central do elemento irradiante adicional em 12 m e com as pontas em 17 m, repetindo as quatro operações alternadamente até que acertemos as freqüências de ressonância desejadas.

Finalmente, se o radioamador tiver dificuldade em neutralizar os efeitos de acoplamento mútuo, ou se desejar montar apenas um dipolo giratório para 12 e 17 m, sem elementos parasitas, pode instalar, alguns metros acima da Yagi, unicamente o dipolo de 12-17 m, que pode ser girado com o mesmo rotor da antena já existente.

Pelo que nos consta, esse tipo de antena ainda não se encontrava em produção industrial, quando do término dos trabalhos deste livro. Assim sendo, cabe aos radioamadores experimentarem e aperfeiçoarem. Teríamos toda a satisfação de receber os relatos de suas experiências, porque nossa intenção é a de publicar o melhor trabalho, com o nome do autor, na próxima edição deste livro.

7.8 Antenas para 160 m

A maioria dos transceptores estrangeiros de HF, lançados nos últimos quinze anos, foi equipada com a faixa de 160 m. Mesmo assim, poucos radioamadores fazem uso dessa faixa que seu equipamento oferece, devido à dificuldade de construir uma antena eficiente de 160 m dentro do espaço geralmente disponível. E, na maioria dos casos, o uso raro dessa banda não justifica maiores investimentos. Antes de tudo, antenas rígidas horizontais como as Yagi estão fora de cogitação. Mesmo uma antena vertical de um quarto de onda integral, com 40 m de altura, seria dispendiosíssima.

Muitos radioamadores, com a experiência em 40 e em 80 m, logo pensariam em dipolos. Todavia, ao vermos a Tabela 7.1, podemos perceber que mesmo com uma altura de 8 m acima do nível do terreno, a resistência de radiação será de apenas 9 Ω, e o lóbulo principal se dirigirá ao zênite, com 90° de elevação. Mesmo aumentando a altura para um quarto de onda (40 m), e abaixando o ângulo de radiação para 60°, as perdas de propagação neutralizariam qualquer redução nas perdas do sistema irradiante. Durante o dia, a radiação de 160 m é quase completamente absorvida pela camada D, restando-nos apenas a propagação na superfície. Para a propagação na superfície, como sabemos, a polarização da onda deve ser vertical.

Para o radioamador que deseja iniciar operação em 160 m, e já possui dipolos para 80 e/ou 40 m, há uma solução provisória relativamente simples. Tendo o(s) dipolo(s) altura relativamente elevada, ele pode utilizar o cabo de subida como irradiante vertical e o(s) dipolo(s) a ele ligados como carga capacitiva de topo. Ele junta o vivo do cabo coaxial com a malha, faz uma boa terra, e liga os dois a um acoplador *transmatch*, eventualmente aumentando a gama de alcance deste com a adição de capacitores (ver Fig. 7.26).

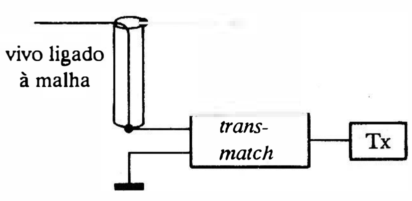


Fig. 7.26 Utilização de cabo coaxial ascendente com dipolo no topo como monopolo irradiante vertical.

Outra solução improvisada é utilizar a própria torre como irradiante vertical, servindo todas as antenas sobre ela montadas como carga de topo.

Faz-se uma ligação à torre, entre uma quarta parte e a metade de sua altura, com uma barra de 1 m de comprimento, desce a 1 m da torre com uma gaiola de 10 x 10 cm, imitando um condutor de gama *match* do mesmo diâmetro, e acople-se ao cabo coaxial de 50 Ω com um capacitor variável de 1 000 pF (ou 2 x 500 pF em paralelo). Ajusta-se para a reflexão mínima com esse capacitor variável (ver Fig. 7.27).

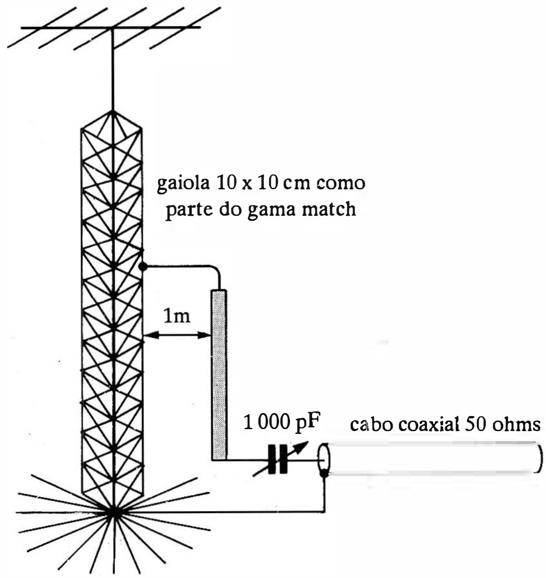


Fig. 7.27 Utilização da torre irradiante com a estrutura de antenas no topo como monopolo irradiante vertical.

Naturalmente, a torre irradiante deve ser equipada com um bom plano de terra (ver Item 7.12). Nesse caso, todos os cabos coaxiais que sobem ao topo da antena devem ser presos à torre na base.

Outros tipos de antenas verticais com carga capacitiva de topo são o L-invertido, a antena T e similares, todas alimentadas na base com acoplador *transmatch* e com bom plano de terra (ver Fig. 7.28).

Um exemplo típico e eficiente de irradiante vertical com carga de topo para 160 m é a antena Paran. Vamos analisá-la em forma de perguntas e respostas.

a. O que é a antena Paran?

A antena Paran, popularizada pelo colega Homer A. Ray, da Continen-

tal Electronics, de Dallas, EUA, é uma irradiante vertical distribuída com carga de topo, que, devido a sua altura inferior a 0,22 comprimento de onda, apresenta reatância capacitiva na freqüência de operação, que é compensada por reatância indutiva do mesmo valor.

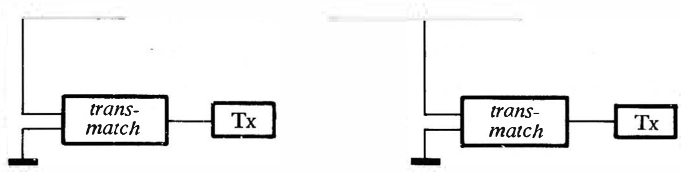


Fig. 7.28 Antenas L-invertido e T como irradiantes verticais.

b. De onde vem o nome Paran?

O nome Paran é oriundo de *Perimeter Current Antenna*, caracterizada por um fluxo de corrente de amplitude constante no perímetro do sistema em toda a sua altura, resultando na maximização do produto eficiência x (vezes) largura de faixa.

c. Qual foi a primeira aplicação de antenas Paran?

A antena Paran foi desenvolvida para as freqüências muito baixas e especialmente para o sistema Ômega, nos quais deve ser assegurada elevada eficiência de radiação, mesmo com uma antena vertical que representa apenas uma pequena fração do comprimento de onda, devido às freqüências baixas empregadas.

d. Quais são as aplicações recentes das antenas Paran?

As antenas Paran já estão em uso há vários anos no setor de radiodifusão sonora em onda média, especificamente em áreas onde os gabaritos de altura, devido à proteção de aeroportos nas proximidades, não permitem a ereção de monopolos verticais com altura suficiente para proporcionar a eficiência necessária de radiação, e onde o terreno disponível não permite a colocação de radiais com um comprimento de, no mínimo, um quarto de onda em todas as direções.

e. Onde encontramos antenas Paran em funcionamento no Brasil?

A primeira emissora a utilizar uma antena Paran no Brasil foi a Rádio

Cacique, de Santos, que, em lugar de uma torre de altura mínima de 48 m, instalou um sistema com quatro torres de 15 m cada. Seguindo o exemplo, hoje já existem mais de uma dúzia de emissoras de radiodifusão com antenas Paran no Brasil.

f. Qual é o campo da antena Paran no serviço de radioamador?

Como se sabe, na região de ondas hectométricas, ou seja, de 300 a 3 000 kHz, as antenas indicadas são de polarização vertical. Entre as faixas de freqüência atribuídas ao serviço de radioamador, a única faixa hectométrica é a de 160 m (1 800 a 1 850 kHz).

Como já mencionamos, para a maioria dos radioamadores, uma torre de um quarto de onda para essa faixa (com altura de 40 m) fica fora de cogitação. Com altura menor, mesmo fazendo casamento perfeito de impedâncias por meio de um *transmatch*, a eficiência de radiação do monopolo vertical fica abaixo do desejado.

Aqui, abre-se a oportunidade para recorrer à antena Paran. Radioamadores que residem em sobrados geralmente têm a beirada do telhado a alturas de 7 ou 8 m, ou mais, acima do nível do chão. Em cada canto do telhado estica-se uma vareta de 0,5 m em sentido diagonal, com um isolador de esteatita ou de vidro na extremidade externa de cada uma. Passa-se um fio através desses isoladores ao redor da casa (em forma de quadrado fechado), e junto a cada isolador desce-se um fio até a derivação adequada da bobina. No nível do chão, estende-se o fio num quadrado idêntico, e em cada canto liga-se a este o extremo inferior de uma bobina. Mais fácil do que se imagina pela descrição, assimila-se o arranjo através da Fig. 7.29.

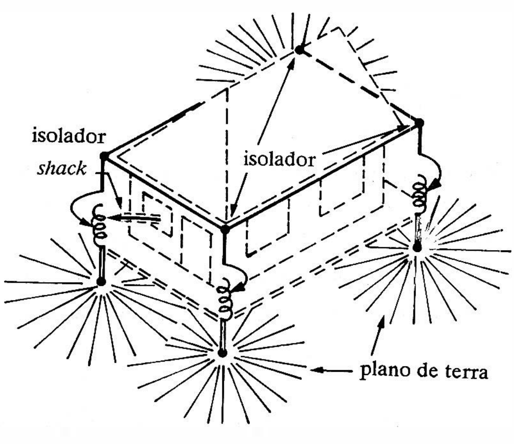


Fig. 7.29 Instalação da antena Paran em torno de uma casa.

O circuito elétrico da antena Paran é apresentado como vemos na Fig. 7.30.

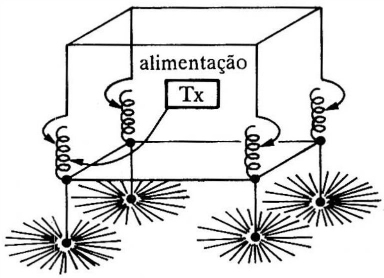


Fig. 7.30 Circuito elétrico da antena Paran.

A alimentação da antena é suprida através de uma única bobina (nos desenhos, pela bobina dianteira da esquerda, que fica mais perto da janela do *shack*).

A Paran é uma antena de irradiação essencialmente onidirecional (até ±2 dB), com polarização vertical (o componente elétrico do campo eletromagnético é vertical). Não tem preferência quanto ao ponto de alimentação, razão pela qual se escolherá o que ficar mais próximo ao *shack*. A altura não é crítica, mas, obviamente, a mais alta dará melhor rendimento. O importante é que seja ressonante, mediante o ajuste que será descrito mais adiante.

g. Como se ajustam as antenas Paran?

Como já mencionamos anteriormente, ligamos a derivação adicional existente em uma das bobinas ao transmissor que está sendo operado com potência reduzida. Liga-se um amperímetro de RF ou um refletômetro entre cada bobina e o quadrado no chão, e ajusta-se a derivação dos condutores verticais para a corrente máxima (ressonância), o refletômetro, nesse uso, somente deve funcionar na posição incidente (potência relativa). Esse ajuste deve ser repetido nas bobinas em seqüência, uma vez que cada um pode exercer influência sobre os outros. Finalmente, insere-se o refletômetro na linha de transmissão e procura-se a derivação da alimentação onde a potência refletida seja zero. Assim, teremos um sistema irradiante ressonante e perfeitamente casado com a linha de alimentação.

Sendo a faixa de 160 m estreita, de 1 800 kHz até 1 850 kHz, basta ajustar a antena Paran na freqüência central de 1 825 kHz, pois uma variação de ±1,5% pouco alterará sua eficiência.

h. Quais os detalhes relacionados com a construção das bobinas?

A fim de facilitar o encontro dos pontos ideais de derivação, convém fazer as bobinas de fio nu, grosso, de cobre; como base, os materiais preferidos são tubos de *teflon* ou de *fiberglass*, mas, na falta destes, para as potências utilizadas no serviço de radioamador, PVC de encanamento, de diâmetro grande, pode ser utilizado. Se não tivermos possibilidade de tornear sulcos nos tubos de base, podemos separar as espiras de cobre por barbante enquanto não endurecerem as quatro colunas de resina epóxi com as quais fixamos a posição das espiras sobre o tubo base, a fim de manter o seu distanciamento fixo.

Para proteger as bobinas contra intempéries, convém colocá-las em uma caixa à prova d'água. A saída para o condutor vertical deve ser muito bem isolada, devido à presença de elevadíssimas tensões de RF em relação à terra (alto fator Q do circuito ressonante).

7.9 Antena Rômbica Não-ressonante

Muitos radioamadores pensam que antenas de muito alto ganho estão fora do seu alcance econômico. Esse item, de cunho prático, demonstra que altos ganhos podem ser alcançados utilizando-se apenas postes, isoladores e algumas dezenas ou centenas de metros de fios.

Antenas rômbicas são muito utilizadas em ondas curtas, nos serviços públicos de telecomunicações, em circuitos de alta responsabilidade.

O princípio de funcionamento da antena rômbica, em palavras simples, é que ela soma as radiações das quatro pernas de um losango no sentido longitudinal e as neutraliza no sentido transversal (ver Fig. 7.31).

O ângulo de partida do lóbulo principal da antena rômbica sobre o plano horizontal diminui à medida que aumentam suas dimensões físicas, conforme a Tabela 7.6.

TABELA 7.6

Ângulo de elevação do lóbulo principal de antenas tômbicas em função de suas dimensões físicas.

Comprimento da perna (λ)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elevações de saída do lóbulo principal sobre o horizonte (graus)	54	39	33	28	25	22	20	19	18	17

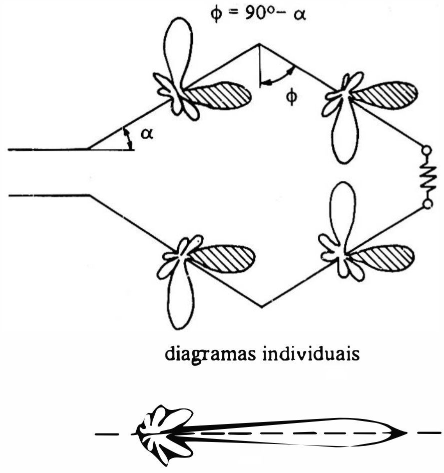


Fig. 7.31 Princípio de obtenção do ganho em uma antena rômbica.

O ângulo φ de meia abertura deve ser de 90° menos o ângulo de elevação de saída do lóbulo principal (Fig. 7.32).

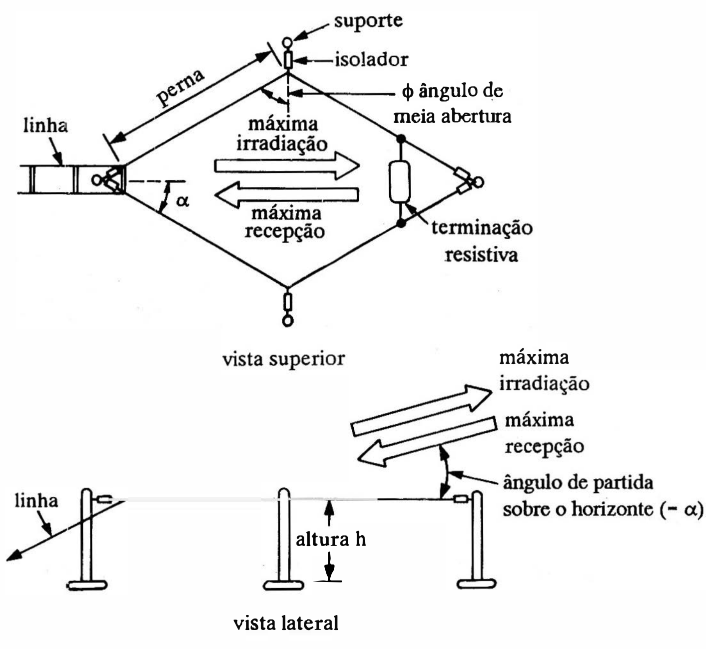


Fig. 7.32 Conceitos e parâmetros principais de uma antena rômbica.

Sendo a antena rômbica terminada em resistor não-ressonante, podemos projetar uma para as bandas de 10, 12, 15, 17 e 20 m, desde que haja espaço suficiente para acomodá-la (Fig.7.33).

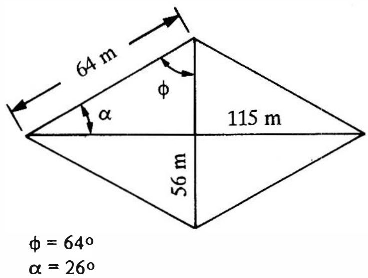


Fig. 7.33 Dimensões de antena rômbica para as faixas de 10-12-15-17 e 20 m. Podemos ver que o comprimento de cada perna corresponde a 6λ para 10 m, 5λ para 12 m, 4λ para 15 m, 3,5λ para 17 m e 3λ para 20 m.

O diagrama vertical dos lóbulos de saída do feixe para as bandas de 10 m e de 20 m é apresentado na Fig. 7.34.

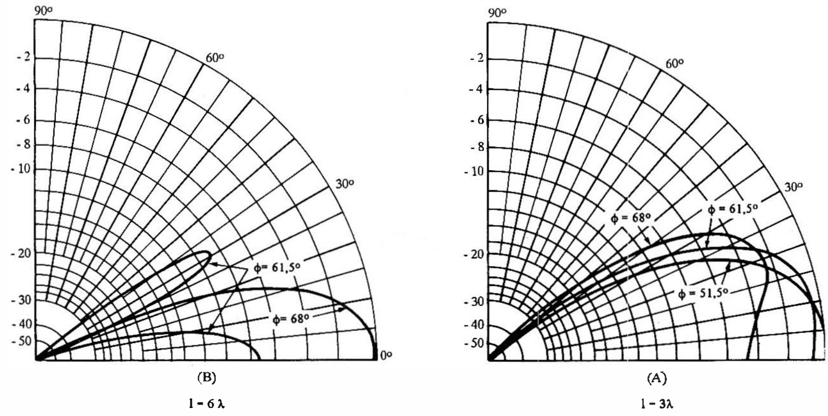


Fig. 7.34 Diagrama vertical dos lóbulos de saída para pernas de 6 e de 3λ, em função do ângulo de meia abertura.

O ganho teórico da antena rômbica não-ressonante em função do comprimento de perna é apresentado na Fig. 7.35.

Podemos ver que o ganho na banda de 10 m é de 15 dBi, em 12 m é de 14 dBi, em 15 m é de 13 dBi e em 20 m é de 12 dBi.

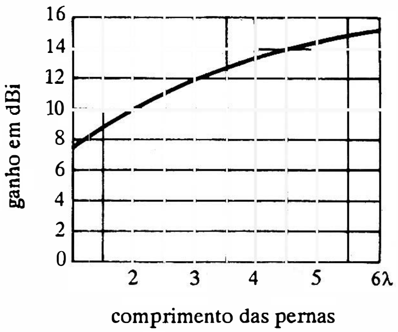


Fig. 7.35 Ganho teórico da antena rômbica não-ressonante sobre a antena isotrópica em espaço livre. Já foi deduzido do ganho a perda de 3 dB que ocorre no resistor de terminação.

A resistência terminal se destina a evitar reflexões do outro extremo da antena. Seu valor é igual à resistência apresentada pela antena no extremo oposto, ou seja, aproximadamente 600 Ω. Para obter o mínimo de reflexão, pode-se usar um potenciômetro deslizante de 1 000 Ω para as experiências. Uma vez encontrado o valor que reflete o mínimo, o potenciômetro deve ser substituído por um resistor fixo.

A linha de transmissão aberta, de 600 Ω, pode ser construída facilmente em casa. As distâncias entre os dois condutores paralelos estão indicadas na Tabela 7.7.

TABELA 7.7

Dados para a Construção da Linha Paralela de 600 Ω

Secções (mm^2)	Diâmetros (mm)	N. AWG	Distâncias (mm)
0,32	0,6	22	45
0,5	0,8	20	56
0,8	1,0	18	76
1,3	1,2	16	91
2,0	1,6	14	119

Quem possuir um acoplador (*transmatch*) com saída balanceada pode conduzir a linha de 600 Ω até o *shack*. Quem não o possuir, ou quem preferir

utilizar cabo coaxial de 52 Ω até o *shack*, deve intercalar um *balun* toroidal de banda larga, com proporção de espiras de 3,4 para 1 (dezessete espiras contra cinco), que reduzirá a impedância de 600 Ω por $3{,}4^2$ = 11,8 vezes, ou seja, para 52 Ω. O mesmo *balun* deve ser aproveitado para casar a linha balanceada com o cabo desbalanceado.

Para muitos radioamadores, o uso de antena rômbica em ondas curtas é inviável, devido ao grande espaço exigido para a sua acomodação. Nada impede, porém, que ela encontre aplicação em UHF, na faixa de 70 cm, por radioamadores residentes fora dos grandes centros urbanos, que disponham de um terreno plano e horizontal de algumas dezenas de metros de extensão.

A idéia para essa aplicação da antena rômbica surgiu pela necessidade de radioamadores afastados, no interior, participarem das rodadas de UHF das capitais. Produzir altas potências em UHF é caríssimo, e mesmo se fosse mais barato, em nada contribuiria em relação à sensibilidade de recepção. Além disso, a direção da capital, para os radioamadores do interior, é fixa e imutável, evitando quaisquer necessidades de movimentação horizontal, vertical, bem como das correspondentes estruturas elevadas.

Para uso exclusivo da antena rômbica em 440 MHz, o casamento entre a linha de transmissão e o transceptor pode ser feito da seguinte forma: uma linha paralela de 300 Ω (tipo usado com receptores de televisão) de 16 cm de comprimento (um quarto de onda multiplicado pelo fator de velocidade) transformará os 600 em 150 Ω. Um *balun* formado por um cabo coaxial RG-58, de 22 cm de comprimento (meia onda multiplicada pelo fator de velocidade do RG-58U), transformará os 150 Ω balanceados em 37,5 Ω desbalanceados e casará, sem problemas, com a entrada do transceptor (Fig. 7.36).

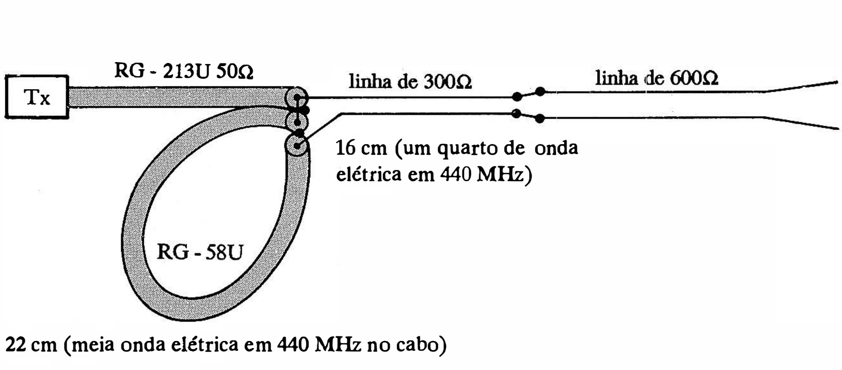


Fig. 7.36 Casamento de 600 Ω balanceados com 37,5 Ω desbalanceados em 440 MHz.

Quem não quiser ter o trabalho de preparar em casa a linha de 600 Ω, poderá usar a linha de TV diretamente até a antena rômbica. Todavia, as perdas na linha aumentarão devido ao descasamento na antena.

A impedância ao longo da linha variará entre 600 e 150 Ω. Para que o refletômetro colocado na saída do transceptor, projetada para enxergar 50 Ω, indique o mínimo de reflexão, a linha deverá chegar ao *balun* de 4:1 já descrito, com impedância de 200 Ω puramente ôhmica. Os pontos nos quais a linha paralela apresentará resistência de 200 Ω serão alternativamente de reatância indutiva e capacitiva. Para maior conveniência, cortaremos a linha em um ponto de 200 Ω com reatância indutiva, e neutralizaremos esta reatância por meio de um pequeno capacitor em paralelo (pode ser usado um pequeno pedaço da própria linha paralela). Daí aplicaremos o mesmo desbalanceador já descrito, de 1/2 λ, para obter 50 Ω desbalanceados (Fig. 7.37).

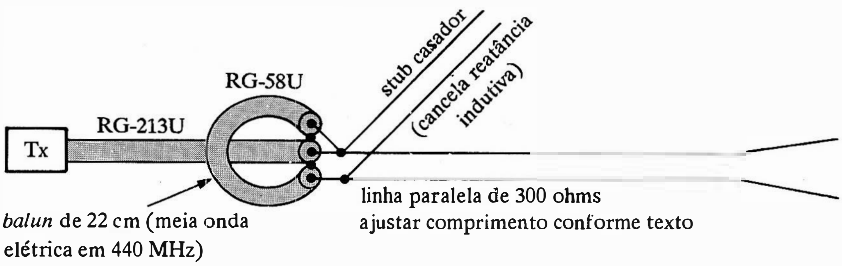


Fig. 7.37 Linha de transmissão simplificada para 440 MHz com transformador de impedâncias de 300 Ω balanceados para 50 Ω desbalanceados.

A direção das antenas de alto ganho deve ser ajustada com a maior precisão possível, porque o seu ângulo de abertura é muito pequeno.

Para garantir a orientação correta da antena, o radioamador pode utilizar simultaneamente vários métodos. O mais simples é empregar uma boa bússola, compensando os campos magnéticos produzidos por objetos nas proximidades e tomando no cálculo a declinação magnética do local. Outro método é o de marcar no mapa pontos de referência (torres em outras cidades) e o ângulo entre aquelas direções e a direção desejada. Quem domina a técnica de navegação celeste pode recorrer a ela.

Para terminar, podemos citar uma aplicação simples da antena rômbica: sobre o gelo, que é considerado isolador perfeito, a estação amadora ZS1ANT, instalada na base antártica sul-africana Sanae (latitude 70°19'S, longitude

02°22'W), utiliza, entre outras, antenas rômbicas enterradas na neve a 1 m de profundidade para contatos confiáveis com a África do Sul, a 4 000 km de distância.

7.10 A Antena Quadra Suíça

Nas antenas que recorrem a elementos parasitas para o aumento do ganho, como as antenas Yagi, podemos reduzir o comprimento dos elementos por meio de bobinas de carga, mas não podemos reduzir substancialmente o espaçamento entre os elementos sem perdermos o ganho da antena.

Para obtermos ganho com o espaçamento menor, o elemento parasita deve ser substituído por outro elemento excitado, com diferença de fase adequada com relação ao primeiro elemento. A antena quadra suíça é um exemplo deste sistema (ver Fig. 7.38).

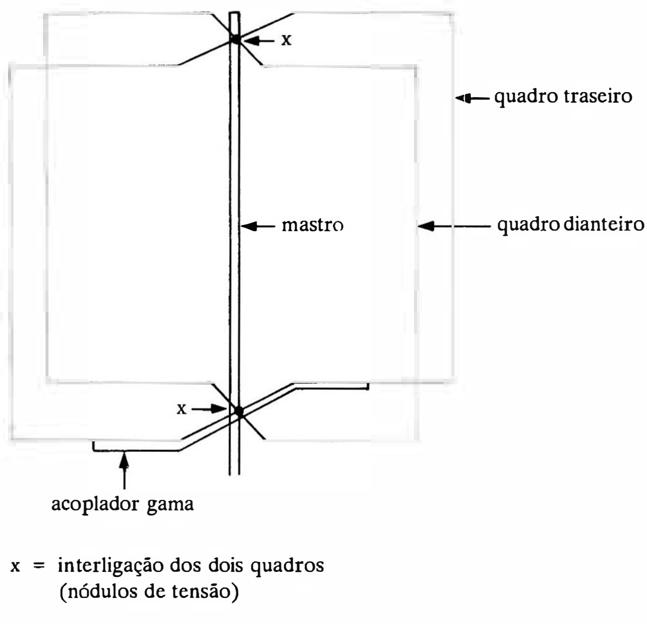


Fig. 7.38 Esta é a disposição básica da quadra suíça.

A Fig. 7.39 apresenta os detalhes do acoplador gama, e a Fig. 7.40 os detalhes de sua construção mecânica.

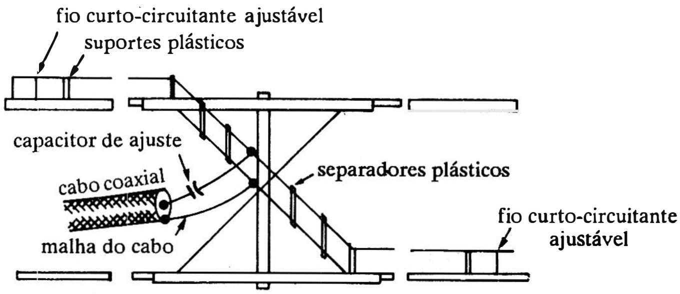


Fig. 7.39 Pormenores do acoplador gama duplo necessário à quadra suíça.

Suas dimensões para as antenas monobanda de 10, 15 ou 20 m são as seguintes:

Bandas	10	15	20	m
Dimensão horizontal dianteira	235	317	472	cm
Dimensão horizontal traseira	260	347	521	cm
Dimensão vertical (igual nos dois quadros)	248	330	495	cm
Comprimento unitário dos dois *gamma match*	197	260	394	cm
Espaçamento entre elementos	89	119	178	cm

De onde se originou a quadra suíça?

A antena quadra suíça foi publicada pelo radioamador suíço HB9CV no Boletim da Radio Society of Great Britain (RSGB), em junho de 1964. Muitos radioamadores já tentaram montá-la sem sucesso, uma vez que o artigo não entrou em detalhes suficientes quanto às dificuldades de ajuste, nem quanto ao instrumental necessário.

Como se sabe, antenas com mais de um elemento excitado devem ser ajustadas de preferência com o uso de medidor de ângulo de fase, a fim de garantir a fasagem certa das excitações. Visto que dificilmente um radioamador possui um medidor de ângulo de fase, o radioamador norte-americano John V. Ellison, W0ERZ, de Kirkwood, Missúri, depois de ter ajustado uma quadra suíça com medidor de ângulo de fase, conseguiu desenvolver, com base na antena já montada e ajustada, um procedimento de ajuste que dispensa o uso desse instrumento, restringindo-se apenas a um ressonímetro (*dipmeter*) previamente calibrado com o receptor, um refletômetro (ROE), o próprio receptor, e o transmissor, que funcionará como excitador.

O primeiro passo consiste em confeccionar um acessório de ajuste indispensável: para poder utilizar o oscilador de mergulho sem encostá-lo ao ponto de medição, o que iria dessintonizar a antena, é necessário cortar um comprimento de meia onda elétrica de um cabo coaxial (pode ser RG58U, RG213 ou similar), que deslocará o ponto de medição a uma distância segura (ver Item 8.2). Para polietileno sólido, o fator de velocidade da propagação deve ser calculada em 0,66. Assim sendo, para a banda de 10 m, 28 600 kHz, o comprimento do cabo será de aproximadamente 3,46 m; para 15 m, 21 300 kHz, aproximadamente de 4,65 m, e para 20 m, 14 200 kHz, aproximadamente de 6,97 m. O ajuste exato do comprimento de meia onda elétrica deve ser controlado com o ressonímetro, de forma a ressonar na freqüência central desejada.

No caso de o operador já possuir um cabo de descida coaxial de *exatamente* meia onda elétrica (ou múltiplo desse comprimento), ele poderá usar este cabo para a medição, antes de passá-lo para a sua função definitiva, assim economizando o custo de um cabo extra de meia onda.

Liga-se um extremo do cabo ao ponto central do acoplador gama duplo e o outro extremo a um elo de duas espiras. Acoplando o ressonímetro a este elo, ele indicará dois mergulhos. Um mergulho deve ser de 9,1% abaixo da freqüência de ressonância desejada, e o outro, 9,1% acima desta. (Devemos controlar o ressonímetro novamente com o receptor nessas duas freqüências. Os valores confiáveis são os do receptor.) Se não obtivermos os dois valores desejados, devemos calcular a raiz quadrada do produto das duas freqüências. Se esta for acima da freqüência de operação desejada, deve-se aumentar igualmente as quatro hastes verticais; se for abaixo, deve-se igualmente diminuí-las. Este procedimento deve ser repetido até que a média geométrica das duas freqüências de ressonância fique exatamente na freqüência de operação desejada.

Como se vê, por meio de um cabo coaxial de meia onda elétrica, conseguimos ajustar as freqüências de ressonância sem aproximar o ponto de medição com o refletômetro. Agora, devemos remover esse cabo para podermos ajustar a impedância da antena, a fim de que sua resistência de radiação seja exatamente 50 + j0 Ω na freqüência de operação. Para esse fim, devemos ligar o ponto de alimentação da antena ao transmissor através de um cabo coaxial de 50 Ω, intercalando um refletômetro (ROE). Sintonizamos o transmissor para a freqüência de operação desejada e aplicamos a potência mínima suficiente para a deflexão total no sentido incidente com a sensibilidade máxima do refletômetro. Agora, ajustamos os dois fios de curto-circuito do acoplador a posições novas, eqüidistantes do centro dos elementos, até obter

um mínimo de reflexão. Obtendo um mínimo relativo, inserimos um capacitor variável de 100 pF entre o condutor central do cabo coaxial e o acoplador e ajustamos esse variável para reduzir a reflexão ao mínimo. Agora, repetimos, sucessivamente, o ajuste dos dois fios de curto-circuito e do capacitor variável, até obter ROE igual a 1:1 na freqüência de operação desejada.

Tendo chegado a esse ajuste, devemos soldar os dois fios de curto-circuito (quatro pontos) no lugar encontrado e substituir o capacitor variável por um capacitor fixo. Esse capacitor pode ser um pedaço de cabo RG58U. Cada metro desse cabo tem capacitância de 93,5 pF. Medimos o valor do capacitor variável, calculamos o comprimento certo do cabo, mas cortamos 10% a mais para permitir os ajustes. Soldamos a malha do cabo no centro do acoplador, o seu condutor central no condutor central da linha de transmissão e cortamos pequenos pedaços do outro extremo de nosso "capacitor", até obter o mesmo valor da ROE que tínhamos com o capacitor variável. Terminada essa operação, selamos os extremos de nosso "capacitor" com epóxi ou borracha de silicone. Feito este ajuste ao nível do chão, a largura da faixa fica restrita às imediações da freqüência do ajuste; todavia, ao levantar a antena a uma altura maior, a banda se alarga, como se vê na Fig. 7.40.

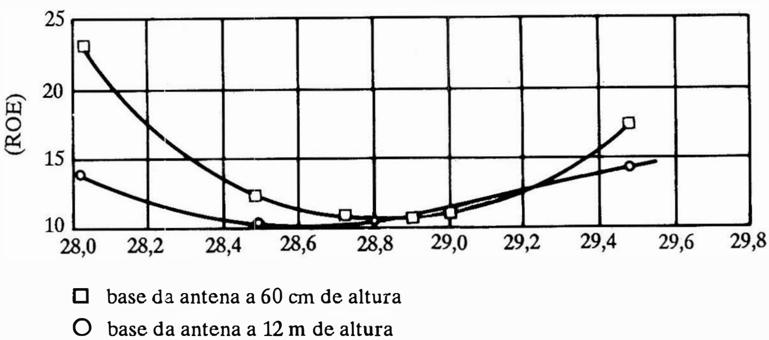


Fig. 7.40 Influência da altura da antena sobre a largura de faixa da quadra suíça, na banda de 10 m.

É desnecessário frisar que, como muitos leitores já devem ter percebido, a quadra suíça, mesmo que com muita complicação, só pode ser construída para uma única banda. Realmente não vemos possibilidade de construir antenas suíças multibandas.

Quadras suíças, em testes realizados no ar, demonstram ganho frontal

comparável ao de uma quadra cúbica comum, em que se utiliza refletor passivo que, inerentemente, ressona na fase correta.

Qual é, então, a vantagem da quadra suíça?

Além da distância menor entre os dois elementos, a outra vantagem tangível é o ângulo de rejeição mais agudo de costas, devido a ter os dois elementos excitados. Por esstas vantagens, a quadra suíça, além do ajuste mais difícil, necessita de alimentação balanceada com acoplador T (dois acopladores gama contrapostos).

Mesmo para os radioamadores muito avançados, recomenda-se pensar duas vezes antes de iniciar a construção de uma antena quadra suíça. E nem pensar em fazê-la para as bandas de 12 m e de 17 m, pois o pouco uso não justifica tanta complicação.

7.11 Antena *Bazooka*

O nome *bazooka* foi originalmente dado a sistemas de acoplamento de dipolos a cabos coaxiais, com vistas ao balanceamento.

A Fig. 7.41 apresenta uma solução onde a malha do cabo coaxial, a uma distância de um quarto de onda, é ligada à ponta do vivo do mesmo cabo.

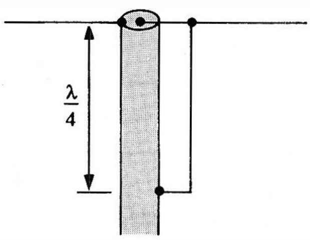


Fig. 7.41 Acoplamento *bazooka* que simetriza a carga pelo último trecho de um quarto de onda do condutor externo do cabo coaxial.

Na Fig. 7.42 um tubo de metal externo é ligado à malha do cabo coaxial, a uma distância de um quarto de onda, deixando o outro extremo do tubo isolado, eletricamente flutuante.

Com o tempo, o conceito de *bazooka* foi aplicado a antenas parcialmente construídas com cabos coaxiais, a fim de aumentar sua largura de faixa. Curiosamente, essas antenas utilizam balanceador (*balun*) comum, em lugar do balanceador *bazooka*, finalidade para a qual ela foi originalmente concebida.

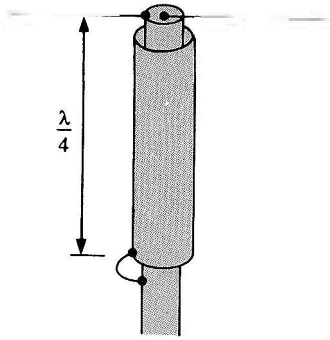
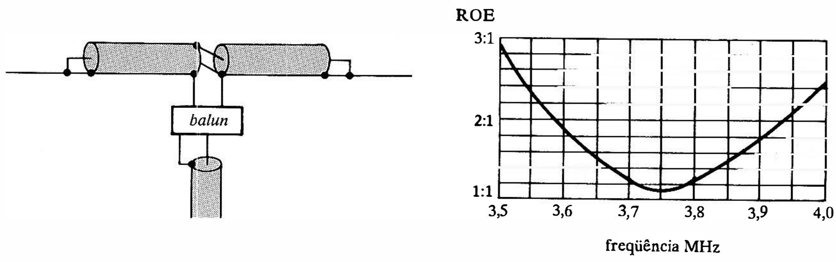


Fig. 7.42 Acoplamento *bazooka* que balancea a carga por meio de um tubo externo de um quarto de onda sobre o último trecho do cabo coaxial.

A Fig. 7.43 apresenta uma *bazooka* dupla, que consta de dois ressonadores coaxiais de um quarto de onda ligados em série para a banda de 80 m. Como se pode ver no gráfico de ROE, a largura de faixa é aproximadamente 14% maior do que o mesmo dipolo com acoplamento comum.



Para aumentar mais a largura de faixa, pode-se reduzir a impedância do sistema para uma quarta parte ligando os dois ressonadores "em paralelo", ao invés de "em série" (ver Fig. 7.44).

Com elementos de comprimento diferente, podemos aumentar ainda mais a largura da banda, porém às custas da eficiência (ver Fig. 7.45). Podemos ver no diagrama que no centro da banda a eficiência cai aproximadamente 1 dB, e nos 3,5 e 4 MHz, aproximadamente 3 dB. Esse arranjo somente é vantajoso em países onde os radioamadores podem utilizar a faixa inteira de

3,5 a 4 MHz (no Brasil, a banda de 80 m só é atribuída ao serviço de radioamador de 3,5 a 3,8 MHz).

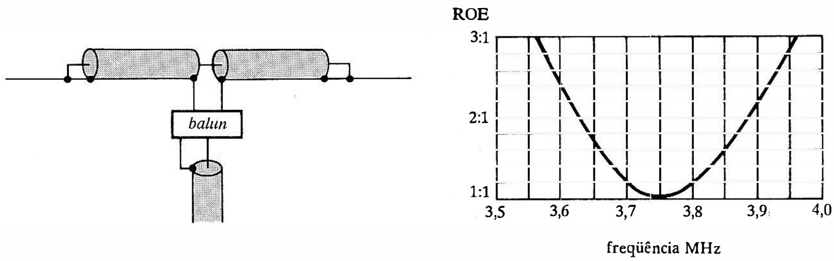


Fig. 7.44 O mesmo arranjo da Fig. 7.43, porém com os dois ressonantes ligados em paralelo. Com a redução da impedância, a banda se alarga.

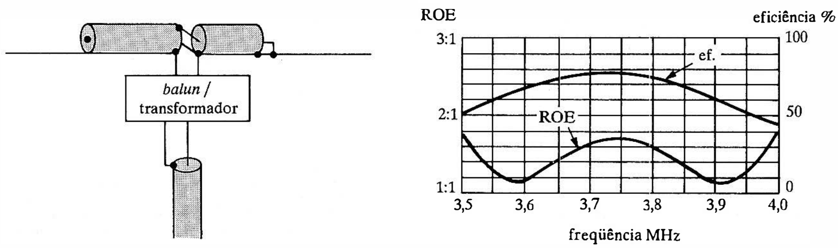


Fig. 7.45 A antena *bazooka* com ressonância dupla, em 3,59 e em 3,91 MHz. O comprimento do cabo coaxial da esquerda (com ponta aberta) é de 9,37 m e do da direita é de 3,80 m. O *balun*/transformador adapta a linha de 52,3 Ω, desbalanceados para 100 Ω balanceados (1.91:1).

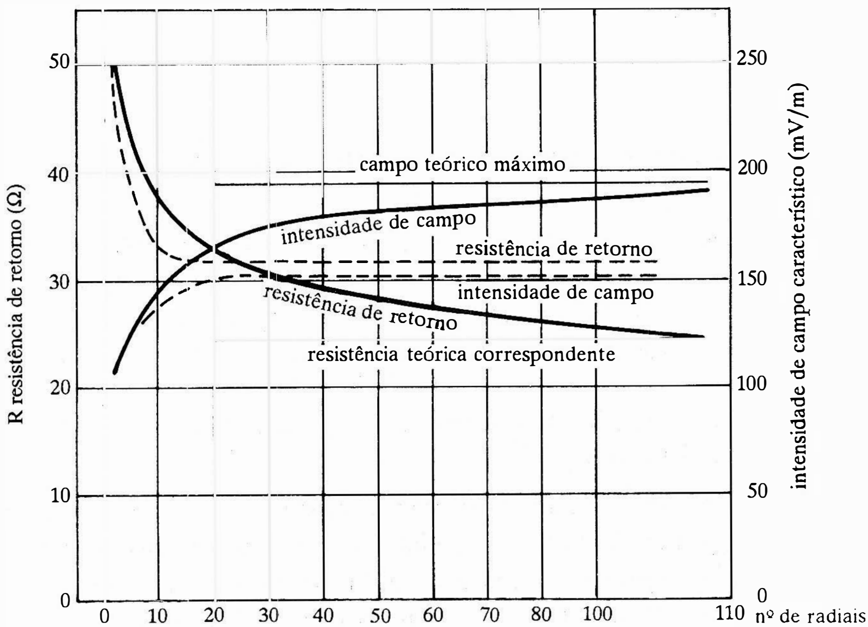
7.12 O Plano de Terra

Não se deve confundir o plano de terra com o aterramento da estação (ver Item 21.10), nem com o aterramento do fio neutro (ver Item 19.3). O plano de terra faz parte integral dos monopolos verticais de um quarto de onda, enquanto o aterramento da estação se destina a manter o equipamento da estação em potencial de terra, para as radiofreqüências, e o aterramento do fio neutro para garantir o equilíbrio entre duas metades da rede elétrica bifásica de 220 ou 230 V. Em matéria de plano de terra deve-se fazer como em muitos outros campos da atividade humana: ou se faz bem, ou não se faz.

Pode-se construir uma antena vertical sem plano de terra: basta ligar ao fim do condutor externo do cabo coaxial fios de um quarto de onda de

comprimento, com um pequeno peso na outra extremidade, e deixá-los pendurados. Um colega em São Paulo tinha uma torre de mais de 20 m de altura, com uma antena vertical de 10-15-20-40-80 m no topo. Deixou pendurados cinco fios de 2,5; 3,75; 5; 10 e de 20 m de comprimento, correspondentes a um quarto de onda para cada faixa de operação. Desta forma, a antena funcionou como um dipolo vertical de cinco faixas e obviamente dispensou plano de terra.

Mesmo os colegas que não dispõem de torre tão alta, porém residem em prédios de apartamentos, podem eliminar o plano de terra usando fios de um quarto de onda de comprimento, pendurados no extremo superior do condutor externo do cabo coaxial. Todavia, quando se operar com monopolos, a nível do chão ou em outras condições que impeçam sua complementação com a metade inferior para perfazer um dipolo, torna-se indispensável o uso do plano de terra. E aqui há muita incoerência. Existem radioamadores que adquirem antenas verticais por preços elevados e instalam-nas com apenas três radiais em cada faixa, economizando em fio de plano de terra. Como podemos verificar na Fig. 7.46, a resistência de retorno de terra, com três radiais de 0,4 compri-



linha cheia: antena de 77° de altura
radiais de 148°

linha tracejada: antena de 77° de altura
radiais de 49,5°

Fig. 7.46 Variação da resistência de terra e da intensidade de campo característica em função do número de radiais.

mentos de onda (148° elétricos), é de 47 Ω, de forma que quase iguala a resistência de irradiação, o que resulta na perda da metade da potência no retorno de terra.

7.12.1 O porquê do plano de terra

Por que é necessário o plano de terra?

Na ausência da metade inferior do dipolo, o campo eletrostático do monopolo vertical completa-se através do retorno pelo plano de terra. Um monopolo de um quarto de onda necessita de retorno de até 0,4 comprimento de onda (ver Fig. 7.47).

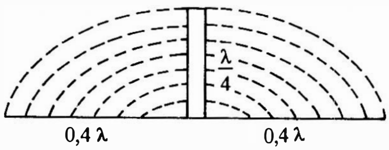


Fig. 7.47 Campo gerado por um monopolo de um quarto de onda.

Por que a própria terra não é suficiente para construir o retorno necessário do campo elétrico?

Quando a onda eletromagnética, com o seu campo perpendicular à direção de propagação, incide na superfície de um dielétrico, produz correntes de condução e de deslocamento, por sua vez perpendiculares entre si. A proporção entre os dois componentes depende da freqüência, da condutividade do dielétrico, bem como de sua indutividade. Nas freqüências baixas, as correntes de condução predominam; nas freqüências altas, predominam as correntes de deslocamento.

A densidade máxima de corrente de condução ocorre na superfície e diminui exponencialmente com a profundidade. A "profundidade pelicular" (*skin-depth*) é aquela profundidade na qual a densidade cai a 1/e (ou seja, a aproximadamente 37%) do valor na superfície. A Fig. 7.48 apresenta o valor da profundidade pelicular, em função da freqüência e da condutividade específica do dielétrico.

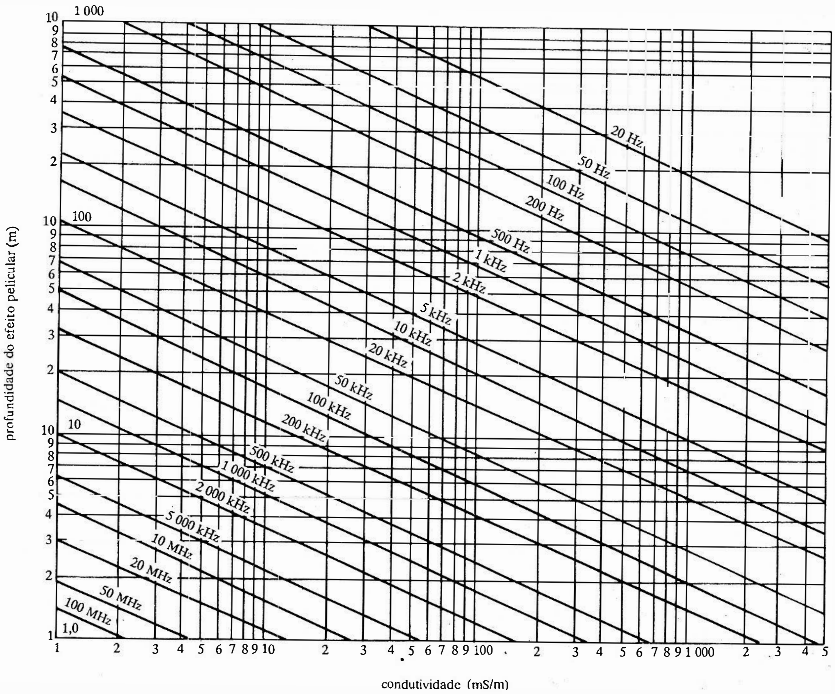


Fig. 7.48 Relação entre freqüência, condutividade de dielétrico e profundidade do efeito pelicular.

7.12.2 Como instalar os radiais?

Voltando ao caso dos monopolos verticais, vimos na Fig. 7.46 que quanto maior o número de radiais tanto mais o campo gerado se aproximará do campo teórico. Para fins radioamadorísticos, cinqüenta ou sessenta radiais são considerados plenamente suficientes (as estações de radiodifusão utilizam de noventa a cento e vinte radiais).

O comprimento dos radiais também é importante. A Fig. 7.49 apresenta o valor teórico do campo, em função da altura do monopolo, para 113 radiais de 50° (0,14λ), de 100° (0,28λ) e de 150° (0,42λ). Para monopolos de um quarto de onda (altura elétrica de 90°), radiais de 0,4; 0,25 e 0,14 comprimentos de onda proporcionam 95, 90 e 79% do campo teórico, respectivamente.

Qual deve ser o fio utilizado para o plano de terra?

Por motivos de resistência mecânica, muitos usam fio n. 10 ou fio n. 8 AWG, embora os fios n. 12, n. 14 ou n. 16 também sirvam do ponto de vista elétrico. Ainda que pareça um paradoxo, o fio de terra não deve ser necessaria-

mente nu, podendo ser usado fio esmaltado de transformador com o mesmo resultado.

Deve-se interligar os vários radiais em seus pontos eqüidistantes da antena? Tratando-se de pontos eqüipotenciais, qualquer interligação é mero desperdício de condutor, que poderia ser melhor utilizado no aumento do número ou do comprimento dos radiais.

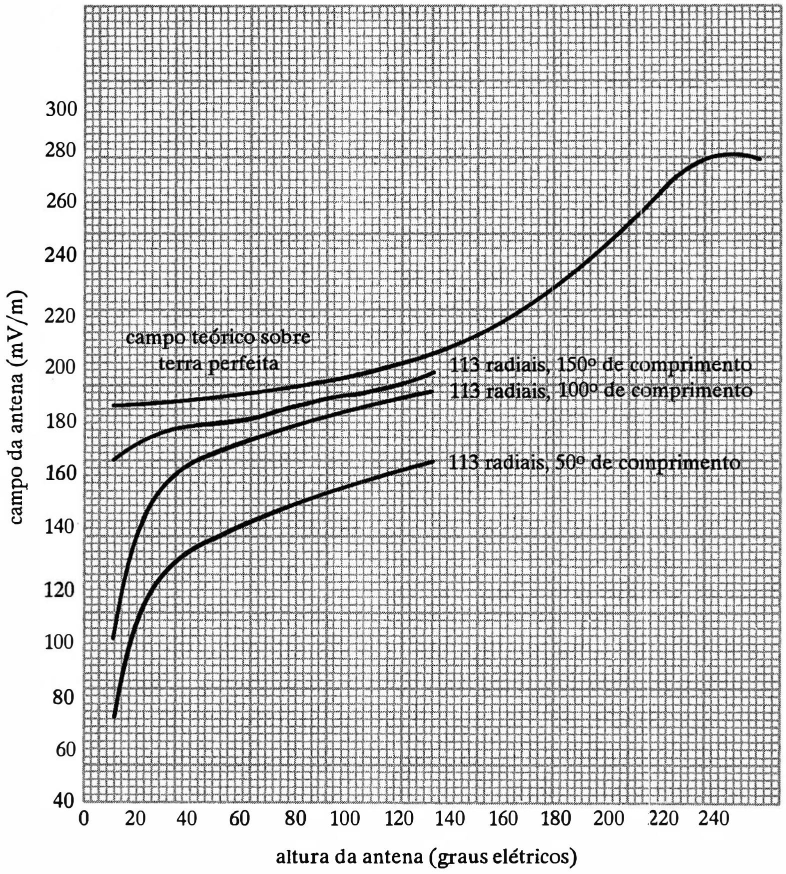


Fig. 7.49 Intensidade de campo característica em função da altura da antena e do comprimento dos radiais, para 113 radiais, respectivamente de 0,14; 0,28 e 0,42 comprimentos de onda (50°, 100° e 150° elétricos).

Nos comprimentos de onda de tamanhos fisicamente viáveis (em 144, 220 e 440 MHz), podem ser empregados discos de metal como plano de terra.

O disco de metal não é outra coisa senão um número infinito de radiais, convergentes à base do monopolo que se encontra logo acima do centro do disco.

A maioria dos monopolos verticais é alimentada em série pelo seu extremo inferior. Nesse caso, o extremo inferior do monopolo fica bem junto ao plano de terra, separado apenas pelo isolamento necessário. Qualquer distanciamento entre o monopolo, o fim da linha de transmissão e o plano de terra aumentará a resistência de terra, resultando em perda de energia. Quando o monopolo é alimentado em paralelo, por meio de um acoplador gama (com capacitor), a base do monopolo fica ligada diretamente ao plano de terra.

7.12.3 Compensa melhorar o plano de terra?

Certamente vale. Se alguém adquire uma boa antena vertical e dispõe do espaço necessário, o melhor investimento que pode fazer é o de equipar o sistema irradiante com um bom plano de terra. Para uma antena de 10-15-20-40 m, poderão ser usados sessenta radiais de 10 m (total 600 m de fio), ou, se o espaço permitir a colocação de 0,4λ, cinqüenta radiais de 16 m cada (total 800 m de fio), aumentando o ganho da antena em 3 dB, ou seja, como se houvesse dobrado a potência do transmissor.

Por que muitos fabricantes de antenas monopolo verticais afirmam que seu produto só necessita de plano de terra de três fios? A explicação é simples: enquanto seus concorrentes também afirmam o mesmo, eles não podem ser honestos admitindo que sua antena, para funcionar bem, necessita de um mínimo de 45 radiais, pois os radioamadores optariam pelos produtos cujos fabricantes afirmam só necessitar de três. Enquanto todo mundo mente, o honesto estaria fadado a desaparecer do mercado.

Analisando comparativamente antenas horizontais e verticais do ponto de vista de espaço, chegamos à conclusão de que, com um bom plano de terra, a segunda ocupa mais espaço horizontal. E do ponto de vista de custos, a antena horizontal e seus meios de sustentação devem ser comparados com a soma dos custos da antena vertical e de seu plano de terra.

7.13 Dipolo Monobanda com Linha de Transmissão Paralela

Radioamadores da "classe econômica", especialmente os que residem em apartamentos localizados em andares afastados do telhado, muitas vezes se queixam de que o custo do cabo coaxial usado como linha de transmissão se aproxima do custo do próprio transceptor, além de provocar perdas substanciais na potência irradiada e na sensibilidade de recepção.

Para solucionar o múltiplo problema, recomendamos o uso da linha paralela de 300 Ω ("fita de televisão"), de baixíssimo custo por metro, devido à sua produção em alta escala para o uso com receptores de televisão. Para maior durabilidade, devemos utilizar a linha preta encapada, protegida contra os efeitos dos raios ultravioleta, capazes de tornar quebradiço o polietileno transluzente em pouco espaço de tempo. A ligação da linha paralela ao dipolo é feita com acoplamento delta, conforme desenho da Fig. 7.50.

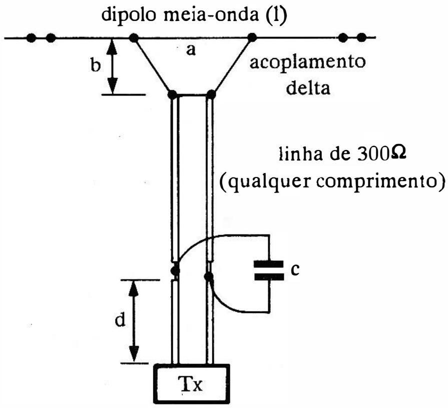


Fig. 7.50 Dipolo de meia onda, utilizando como linha de transmissão a "fita de televisão", de 300 Ω. As dimensões fornecidas para as várias bandas constam da Tabela 7.8.

Para obter maior largura de faixa, especialmente necessária na banda de 80 m, pode-se utilizar dipolo dobrado, feito com a mesma linha paralela de 300 Ω, com saída direta, sem necessidade de acoplador delta (ver Fig. 7.51).

Em ambos os casos, temos casamento perfeito entre a antena e a linha de transmissão: 300 Ω balanceados com 300 Ω balanceados. O comprimento da linha de transmissão assim não influi na impedância, pois em qualquer ponto da linha teremos os mesmos 300 Ω balanceados, desde que a linha não passe perto de objetos condutores.

Agora chegamos à única operação complicada da instalação: o casamento das linhas de transmissão de 300 Ω balanceada à saída de 50 Ω desbalanceada do transceptor. A solução ideal é utilizar a própria linha de 300 Ω como parte do transformador de impedâncias, como veremos a seguir.

Sabemos que ligando uma linha de transmissão de 300 Ω a uma impedância terminal de 50 Ω (a saída do transceptor) a impedância variará ao

longo da linha, entre 50 e 1 800 Ω (em cada quarto de onda ímpar, 1 800 Ω, e em cada quarto de onda par, 50 Ω). Para mais detalhes, ver o Item 8.2.

Haverá pontos nos quais a resistência ôhmica "enxergada" será exatamente de 300 Ω. O primeiro ponto situar-se-á na distância do transceptor que vemos na Tabela 7.8. Embora a resistência ôhmica nesse ponto seja exatamente de 300 Ω, ela estará acompanhada por uma reatância indutiva que deverá ser cancelada por meio de uma reatância capacitiva de valor igual, na freqüência de operação.

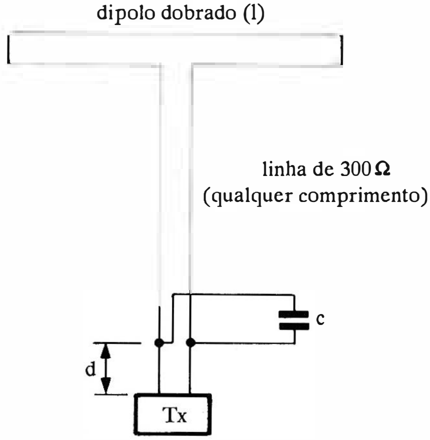


Fig. 7.51 Dipolo dobrado, formado de linha paralela de 300 Ω, com linha de transmissão da mesma. Os demais dados são idênticos com os de f, l, d e c da Tabela 7.8.

Como reatância capacitiva, podemos ligar em paralelo com a linha, no ponto acima especificado, um capacitor fixo ou um capacitor ajustável, para resultar no mínimo de reflexão na saída do transceptor. É óbvio que o casamento de impedâncias somente funcionará na banda para a qual o sistema for projetado. A operação multibanda não é possível com esse arranjo.

Para transformar a saída do transmissor, de desbalanceada em balanceada, pode ser usado um *balun* 1:1. Todavia, mesmo sem o *balun*, o sistema descrito dá bons resultados.

Devido à baixíssima perda da linha paralela, esta não aumenta muito, mesmo nos extremos da faixa, onde a ROE chega a 2:1 (no caso do dipolo simples). Com o dipolo dobrado a reflexão nos extremos é ainda menor.

Com ROE igual a 1:1, as perdas da linha paralela de 300 Ω se situam em 30 MHz, que é o limite máximo de freqüência em ondas curtas, perto de

0,6 dB, para um comprimento de 30 m. Quando a ROE aumenta para 2:1, as perdas aumentam para apenas 0,7 dB em 30 m, sendo a diferença de 0,1 dB imperceptível para todos os efeitos práticos. Nas faixas de freqüência menor, as perdas da linha de transmissão serão também menores.

A linha aberta deve ser conduzida longe de outros objetos condutores, a fim de minimizar as influências sobre a sua impedância característica. Com a utilização de linha aberta de transmissão, deverão ser tomadas precauções redobradas na supressão de harmônicos e espúrios no transmissor (usar filtros passa-baixas), a fim de evitar interferências com outros usuários de telecomunicações, devido à parcela de potência irradiada pela linha, por menor que seja. A linha aberta de fita de TV é recomendável para as potências de saída de até 100 W.

TABELA 7.8

Dados para o Dimensionamento

f	3,7	7,1	10,1	14,2	18,1	21,2	24,9	28,6	29,6	MHz	
l	38,11	19,85	13,96	9,93	7,79	6,65	5,66	4,93	4,76	m	
a	7	3,5	2,5	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,9	m	aproximado (ajustar)
b	12	6	4	3	2,5	2	1,8	1,5	1,5	m	aproximado (ajustar)
d	4,11	2,14	1,50	1,07	0,84	0,71	0,61	0,53	0,51	m	
c	270	140	100	70	55	47	40	35	33	pF	(ajustar)

7.14 Antena Windom: Versões Histórica e Moderna

A antena Windom não é nova. Ela foi publicada pela primeira vez no número de setembro de 1929 da *QST*, por Loren G. Windom, W8GZ (na época só 8GZ), que pôde entrar no livro de Guiness como o radioamador de mais longa atuação do mundo (por 71 anos, desde 1917 até seu falecimento em 1º de fevereiro de 1988).

Apesar de sua simplicidade e de seu baixo custo (dispensa linha de transmissão especial, substituindo-a por um fio comum), a antena Windom comprovou sua eficiência quando Windom, 8GZ, ganhou o conteste patrocinado pela Jewell Electric Instrument Company, conseguindo contato com o radioamador australiano 5BG através de uma distância de 16,2 mil km, utilizando uma válvula única 199, com tensão de placa de 70 V, tensão de filamento

de 4 V e potência de saída de apenas 0,567 W, com o qual ele também se tornou um dos pioneiros de QRP. O contato, muito obviamente, foi realizado em CW.

Como poderíamos definir hoje a antena Windom?

Podemos dizer que ela é um compromisso feliz, que procura combinar certas vantagens das antenas multibandas de fio comprido (antenas Marconi), que tem impedâncias de alimentação das mais variadas conforme a freqüência utilizada, com as vantagens das antenas dipolo monobanda, estas com impedância de alimentação bem definida e conveniente.

A antena consta de um fio horizontal com comprimento correspondente à meia onda no centro da faixa de freqüência mais baixa a ser trabalhada, alimentado por um fio nu comum, com secção de 2 mm^2 (antigo n. 14 da B&S) (ver Fig. 7.52).

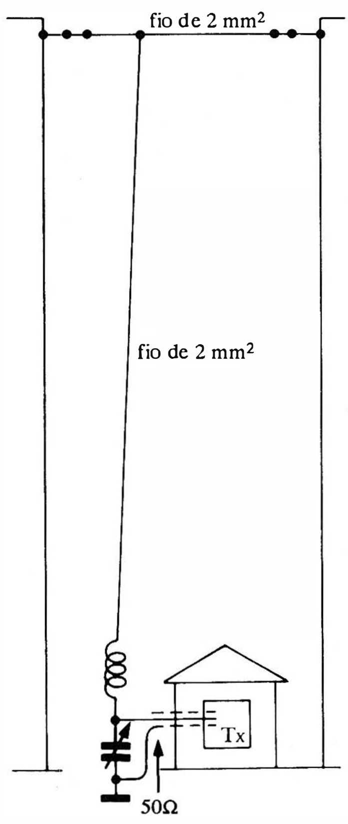


Fig. 7.52 Versão original da antena Windom.

O comprimento total da antena horizontal (em metros) é de 142,6/*f*, onde *f* é a freqüência mais baixa entre as bandas a serem utilizadas (em MHz). A concepção interessante de Windom é que, no ponto de 36% de um extremo, a impedância na freqüência fundamental para a qual esta antena foi dimensionada é quase igual a da de seus harmônicos pares.

A Fig. 7.53 apresenta a distribuição de tensão sobre uma antena de meia onda dimensionada para 80 m, na freqüência fundamental e nas freqüências de 7, 14, 21 e 28 MHz (bandas de 40, 20, 15 e 10 m). Podemos verificar que no ponto de alimentação escolhido, a antena apresenta para as bandas de 80, 40, 20 e 10 m a mesma resistência de radiação de 500 Ω, enquanto para a banda de 15 m ela apresenta aproximadamente 5 000 Ω.

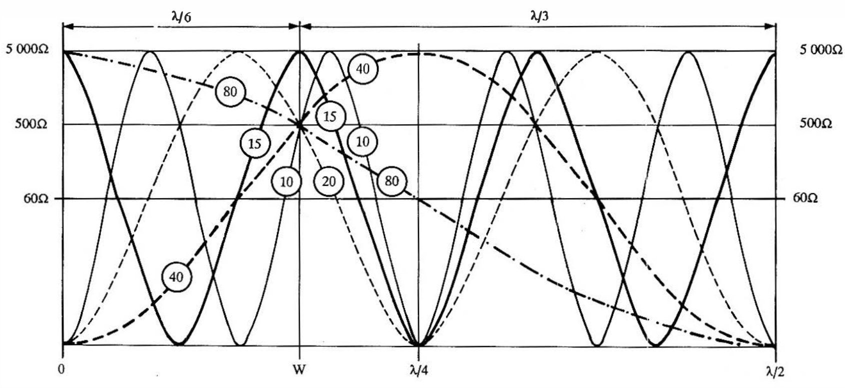


Fig. 7.53 Princípio de funcionamento da antena Windom, apresentando a distribuição de tensão sobre um dipolo de meia onda de 80 m nas cinco faixas de radioamadores, tendo amplitudes iguais. Podemos verificar que as ondas de 10, 20, 40 e 80 m apresentam resistências de entrada iguais no ponto Windom (W) a um terço do extremo do dipolo, enquanto em 15 m apresenta resistência dez vezes maior.

Uma antena Windom, dimensionada para 40 m, funciona da mesma forma em 20 e 10 m. Como na época não existiam bandas WARC '79, e nem sequer banda de 15 m, uma antena Windom era suficiente para todas as quatro bandas decamétricas dos radioamadores.

A regra é que enquanto os dipolos de meia onda, alimentados no centro, ressonam, além de sua freqüência fundamental, em seus harmônicos *ímpares*, os dipolos alimentados excentricamente no ponto Windom ressonam, além de sua freqüência fundamental, em seus harmônicos *pares*. Isso permite o uso multibanda destes últimos para as faixas de radioamadores, enquanto os primeiros só servem para a combinação 40-15 m.

A linha de transmissão monofilar deve ser acoplada ao transceptor por meio de um *transmatch*. No caso de ocorrerem tensões de RF elevadas no ponto de acoplamento, basta aumentar ou diminuir o comprimento da linha de transmissão por um quarto de onda, como no caso de qualquer linha de transmissão descasada.

Agora, muitos leitores, vivendo na era do cabo coaxial, podem perguntar o que o mundo científico da época achou do uso da linha de transmissão monofilar, que, pelo que se acredita, irradia muito, podendo causar interferência em aparelhos inadequadamente projetados nas proximidades. A essas indagações posso reproduzir em primeiro lugar uma citação da *Proceedings of IRE*, publicada no mesmo ano (1929) da divulgação da antena Windom. Disse a *Proceedings*: "Quando um eléctron se move com velocidade constante, não há radiação. Quando ele é acelerado ou desacelerado, haverá radiação. Essa radiação, todavia, não é devida à aceleração ou desaceleração do eléctron, mas à aceleração de uma porção do campo, embora os dois não possam ser separados no caso de uma única carga".

Segundo essa teoria, não havendo reflexão da antena para a linha de transmissão, esta não irradiaria, a não ser uma pequena fração em sua própria direção como nas *wave-antennas* (*Beverage*).

Uma análise recente de A. Parfitt e D. Griffin, apresentada no Simpósio Internacional da IEEE, realizado em fevereiro de 1989, revelou que a radiação da linha de transmissão monofilar modifica o diagrama de irradiação, especialmente nos baixos ângulos de elevação. A conclusão deles é que a corrente de radiofreqüência sobre um fio sempre resulta em radiação, a não ser que esta radiação seja cancelada por uma corrente de fase oposta num condutor adjacente (linha paralela). O lapso de tempo entre os dois pareceres acima é de sessenta anos.

Como já mencionamos, no seu extremo, do lado do transmissor, a linha monofilar é ligada a um acoplador (*transmatch*), que deve ser bem aterrado (ver Item 21.10). Este é um dos pouquíssimos casos (fora das estações de ondas curtas com antenas verticais instaladas a bordo das embarcações) em que o aterramento é conjugado ao sistema irradiante, participando na formação de um contrapeso (*counterpoise*) e até fazendo parte de uma espécie de plano de terra (ver Item 7.12). Por esse motivo, e para melhor desempenho, a antena Windom necessita de solo de alta condutividade . Se a terra da estação não for boa condutora, pode ser aplicada a uma terra refletora constante de fios estendidos no chão, paralelos ao fio da antena, espaçados a um décimo do comprimento de onda na freqüência mais baixa da operação, uns cinco para a frente e cinco para trás da antena, com comprimentos iguais a esta.

A antena Windom era tão boa, mas tão boa mesmo, que passadas seis décadas, ela está sendo copiada em versões modernas, tanto nos Estados Unidos e Canadá quanto na Europa, com bons resultados. Nos Estados Unidos, James Wilkie, WY4R, desenvolveu uma versão conhecida sob o nome "Carolina Windom", que, com a ajuda de um *transmatch*, funciona em 10, 12, 15, 17, 20, 30 e 40 m (ver Fig. 7.54).

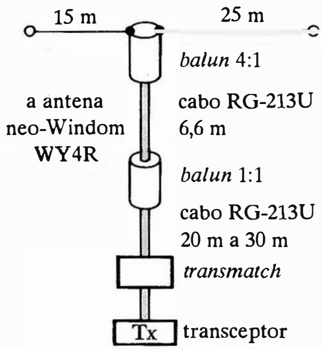


Fig. 7.54 A antena "neo-Windom", de WY4R.

O comprimento total da Carolina Windom é de 40 m, havendo a 15 m de um extremo (37,5% do comprimento total) um *balun* de 4:1 para o acoplamento à linha de transmissão.

O interessante na solução de Jim, WY4R, é que a linha de transmissão não vai deste *balun* direto ao *transmatch*, mas intercala, depois de um comprimento de 6,7 m de cabo coaxial RG213U, mais um *balun* "simetrizador" 1:1, e dali outro cabo RG213U vai até o *transmatch*, em comprimento que pode chegar de 20 a 30 m. A linha de transmissão deve afastar-se da antena perpendicularmente, até uma distância mínima de 20 m. Ao que tudo indica, a secção de cabo coaxial de 6,7 m tem papel no sistema irradiante, pois sua malha externa fica "flutuando" com relação ao cabo coaxial. De onde vem o aparente ganho dessa antena nas várias bandas? Podemos ver que em todas as bandas o comprimento inteiro está irradiando (ver Fig. 7.53).

A utilização do *transmatch* é para compensar as ligeiras diferenças entre a segunda e a terceira colunas da Tabela 7.9. Sendo os descasamentos pequenos, os aumentos das perdas nas linhas de transmissão são menores do que na antena G5RV.

TABELA 7.9

Bandas (m)	Comprimentos ativos (m)	Expressos em λ
80	15 + 25	1/2
40	15 + 25	1
30	6,6 + 25	1
20	15 + 25	2
17	6,6 + 25	2
15	15 + 25	3
12	15 + 25	3
10	15 + 25	4

Para DX (ângulo de irradiação baixo), além de terra de boa condutividade, a altura da antena deve ser de acordo com a Tabela 7.1.

A partir do que foi exposto, o leitor pode chegar à conclusão de que ligando um fio de 6,6 m ao ponto comum do trecho de 15 m e o *balun* 4:1, e esticando-o em ângulo reto tanto com relação à linha de transmissão quanto com relação à própria antena, pode ser eliminado o *balun* 1:1, pois a função do trecho "flutuante" será exercida pelo fio adicional. Se o leitor encontrar cabo coaxial RG11U, de 75 Ω, poderá oferecer casamento melhor (ver Fig. 7.55).

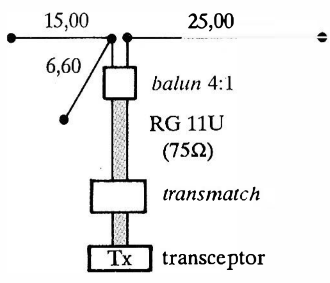


Fig. 7.55 Eliminação do *balun* 1:1.

Leitores com menos recursos econômicos podem até pensar nas substituições do *balun* de 4:1 por outro de 1:1 (desbalanceado para balanceado) e do cabo coaxial por uma linha paralela encapada de televisão até o *transmatch*, que, nesse caso, deve ter uma saída de 300 Ω balanceados (ou um *transmatch* e um *balun* 4:1). Nesse caso, a antena fica conforme a Fig. 7.56.

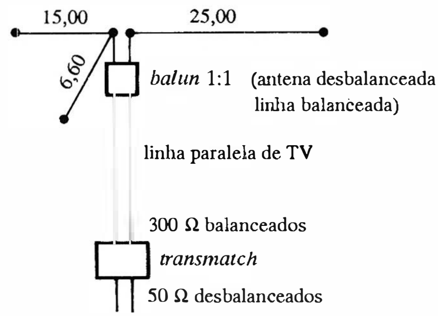


Fig. 7.56 Substituição do *balun* 4:1 por 1:1 e descida em linha paralela.

As versões européias industrializadas da antena Windom são o modelo FD-4, da Fritzel da Alemanha, e o modelo equivalente DDK-20, da Tagra da Espanha. Eles garantem que a antena funciona bem sem *transmatch* nas bandas originais da Windom, isto é em 80, 40, 20 e 10 m, embora inexista impedimento que o radioamador a utilize com *transmatch* em 30, 17, 15 e 12 m. Eles usam um comprimento total de 41,37 m para a banda fundamental de 80 m, com alimentação em 13,79 m de um extremo (33,3% do comprimento total). As fábricas afirmam que nesse ponto a antena apresenta, em todas as quatro bandas garantidas, uma impedância de aproximadamente 360 Ω. Utilizam, pois, um *balun* de 6:1 (resultando em 60 Ω) e descem com uma linha de transmissão RG213U, de 51,5 Ω, direto até o transceptor (ver Fig. 7.57).

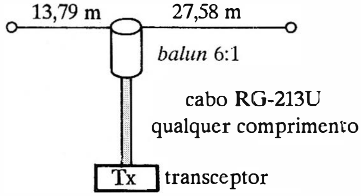


Fig. 7.57 A antena "neo-Windom" da Fritzel e da Tagra.

Os radioamadores que utilizam a versão alemã/espanhola com *transmatch* afirmam que ela funciona bem nas bandas de 30, 17, 15 e 12 m, obviamente sem a garantia dos fabricantes. Por outro lado, dois radioamadores alemães, Hubert Scholle, DH7SH, e Rolf Steins, DL1BBC, desenvolveram dois

modelos, um para oito bandas (10 a 80 m) e o outro para nove bandas (10 a 160 m), com *balun* de 6:1, que apresentam ROE inferior a 1,5:1 em todas as bandas e, assim, podem ser utilizadas sem acoplador, mesmo com transceptores transistorizados de banda larga. As dimensões para as bandas de 10 a 80 m são apresentadas na Fig. 7.58.

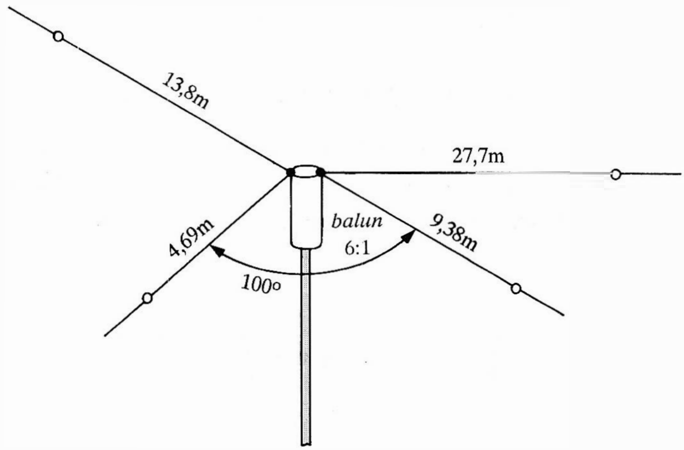


Fig. 7.58 Antena Windom dupla de Hubert Scholle, DJ7SH, e de Rolf Steins, DL1BBC, para oito bandas.

As dimensões para a versão de nove bandas (10 a 160 m) são apresentadas na Fig. 7.59.

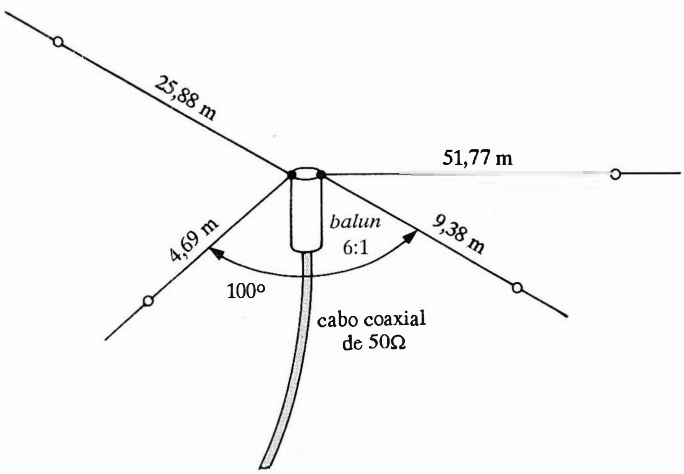


Fig. 7.59 Antena Windom dupla de Hubert Scholle, DH7SH, e de Rolf Steins, DL1BBC, para nove bandas.

Em desempenho, as antenas Windom são comparáveis com um dipolo, porém para todas as bandas até 30 MHz, inclusive as da WARC '79. Quando Windom concebeu sua antena em 1929, certamente não sonhava que radioamadores a adaptariam sessenta anos mais tarde, até para as novas bandas introduzidas pela Conferência WARC '79, e nem que ultrapassaria nos próximos anos, em popularidade, a antena G5RV, que dominou a área de antenas multibandas simples, sem bobinas de corte, por muito tempo.

7.15 Antena Vertical, entre Prédios, que Dispensa Linha de Transmissão

Essa antena se destina aos radioamadores cuja estação fica encapsulada entre arranha-céus. Trata-se de uma antena vertical, levantada por meio de um fio de náilon esticado entre dois prédios altos mais próximos (ver Fig. 7.60).

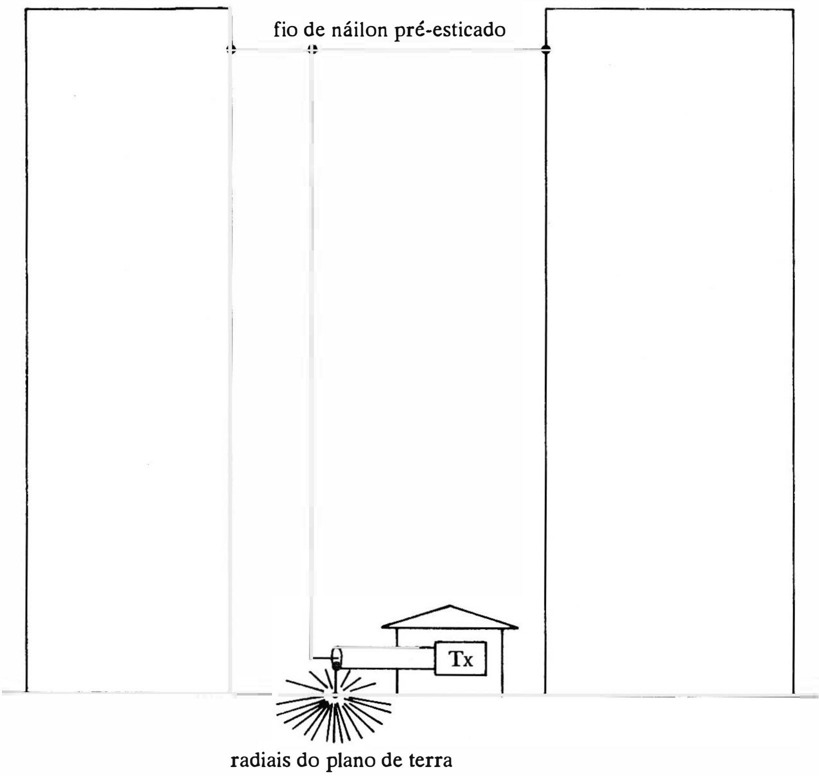


Fig. 7.60 Antena vertical plano de terra sustentada por um fio de náilon esticado entre prédios altos.

Essa solução não é somente para radioamadores, pois, em 1926, uma das primeiras emissoras de radiodifusão do Rio de Janeiro, instalada na praia Vermelha, ergueu sua antena vertical por meio de um cabo esticado entre o morro da Urca e o morro da Babilônia. Devido ao ângulo de irradiação relativamente alto, o radioamador terá boas chances de sair com a sua irradiação do buraco entre os prédios e fazer comunicados a longa distância, desde que possua um bom plano de terra (radiais).

Um colega paulista, utilizando uma antena desse tipo, com altura de aproximadamente 20 m, já trabalhou com a maioria dos países europeus em 80 m SSB.

A não ser em casos excepcionais, como altura de um quarto de onda, deve-se utilizar acoplador (*transmatch*) entre o transceptor e a antena.

Podendo-se completar este monopolo vertical com plano de terra (ver Item 7.12), o desempenho melhora muito. Em prédios de apartamentos, onde não há possibilidade de instalar plano de terra, utiliza-se contrapeso (*counter-poise*), em forma de fio jogado pela janela para baixo, com peso no outro extremo, ou pelo sistema adotado em apartamentos para o aterramento da estação (ver Item 21.10), ou ainda, terra artificial (ver Item 5.13).

7.16 Antenas Simples de Polarização Circular (Tipo *Turnstile*) para Operação de Satélites de Órbita Baixa com Elevações Acima de 30°

Embora satélites possam ser operados com antenas de polarização linear (horizontais ou verticais), a recepção e a transmissão são mais constantes com antenas de polarização circular. Para os satélites de órbita baixa, não há necessidade de ganho elevado; isto nos permite dispensar os rotores horizontal e vertical, bem como os cálculos necessários para o posicionamento dessas antenas de alto ganho.

A antena ora descrita (ver Fig. 7.61), com os dipolos cruzados a três oitavos de comprimento de onda acima da superfície do refletor, tem um diagrama circular orientado para o zênite, com abertura de aproximadamente 120° (para -3 dB), o que significa que podemos utilizá-la sempre que o satélite estiver, no mínimo, 30° acima do horizonte.

Abaixo desse ângulo, podemos mudar para outras antenas, como para vertical ou Yagi em 2 e 10 m.

A Fig. 7.62 apresenta o diagrama de irradiação vertical da antena.

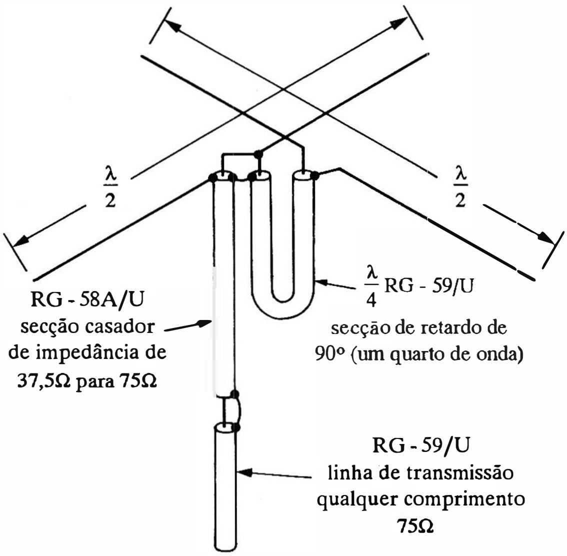


Fig. 7.61 Antena tipo *turnstile* de orientação zenital e polarização circular.

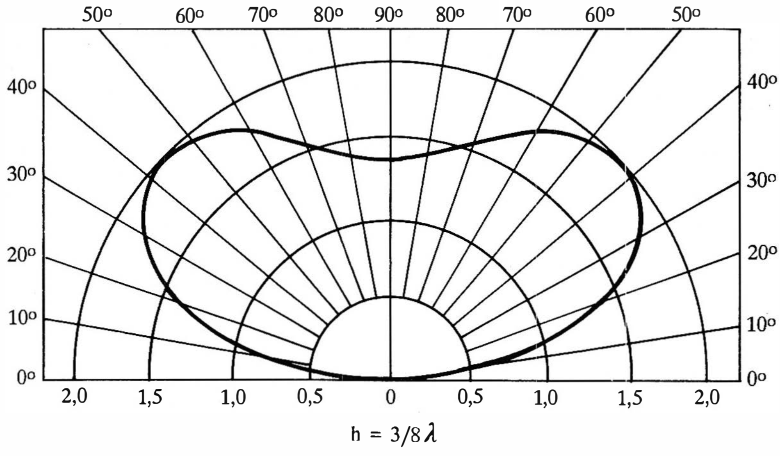


Fig. 7.62 Diagrama de irradiação vertical com altura de 3/8λ

A antena consta de dois dipolos horizontais em ângulo reto entre si, interligados com um cabo coaxial de 75 Ω, com comprimento de um quarto de onda elétrica. Os comprimentos para cabos de dielétrico sólido de polietileno (fator de velocidade de propagação 0,66) constam da Tabela 7.10.

TABELA 7.10

Construção dos Dipolos Cruzados para os Modos A, B e J

Modos	Bandas (m)	Comprimentos dos dipolos (cm)	Alturas sobre o refletor para 3/8 λ (cm)	Diâmetros do disco refletor (cm)	Comprimentos dos cabos de retardo e casamento (cm)
A	10	487	366	565 (ou a própria terra)	168
A, B, J	2	101	80	114	34
B, J	0,7	34	26	38	11

No caso da antena de 10 m, em vez de fazer um disco refletor embaixo dos dipolos, podemos montá-lo simplesmente 366 cm acima do nível do solo. No ponto de interligação dos cabos coaxiais, a impedância dos dois dipolos em paralelo será de 37,5 Ω. Para transformá-lo nos 75 Ω do cabo de descida, utiliza-se um pedaço de cabo de 52 Ω, também de um quarto de onda elétrica de comprimento, pois $\sqrt{75 \times 37{,}5} \approx 52$. Todavia, mesmo que utilizemos, para toda a descida, um cabo de 52 Ω, a perda por reflexão será insignificante, a não ser que as perdas da linha de transmissão sejam originalmente muito elevadas.

Embora a antena *turnstile* de orientação zenital seja específica para os satélites de órbita baixa, ela sozinha não é suficiente, como já foi mencionado acima. Durante uma passagem típica de satélite de órbita baixa, este fica:

- 10% do tempo de passagem acima de 30° de elevação;
- 14% do tempo de passagem entre 30 e 20° de elevação;
- 24% do tempo de passagem entre 20 e 10° de elevação;
- 52% do tempo de passagem abaixo de 10° de elevação.

Assim, em 90% do tempo, a recepção fica melhor com antenas destinadas a ângulos de elevação costumeiros em contatos terrenos, como antenas verticais. Para encontrar a antena certa em qualquer instante, com rapidez, é necessário utilizar uma chave comutadora de antena, possivelmente coaxial e de baixas perdas (ver Item 5.7).

7.17 Antena Móvel para 20 m com Carga Linear

A operação móvel sempre apresenta dificuldades para o radioamador, especialmente quanto às antenas. Como se sabe, antenas verticais, principalmente nas freqüências mais elevadas, como em 10, 15 e 20 m, levam desvantagem em relação às antenas horizontais. Além disso, o plano de terra representado pelo carro não é ideal, mormente para as antenas de HF, que dificilmente podem ser instaladas no centro do capô (ver Item 5.10). O pior é que a altura fisicamente viável da antena é limitada e só permite a utilização de um quarto integral de onda, na faixa de 10 m (2,50 m), de 12 m (2,92 m) e de 15 m (3,36 m).

Em todos os demais casos, para as faixas de 20, 40 e 80 m, utilizam-se antenas encurtadas, com o uso de bobinas, que permitem a redução da altura, porém reduzem também a resistência de radiação da antena, o que, comparado com a sua resistência de perda, resultará na diminuição de sua eficiência. Essas bobinas, além de introduzirem perdas ôhmicas e de oferecerem resistência adicional ao vento, são difíceis de serem confeccionadas na medida exata pelo radioamador, consumindo muito tempo com as tentativas de acertar o seu dimensionamento.

A fim de contornar todas essas dificuldades na faixa de 20 m, que é considerada a faixa "nobre" para comunicados à distância, elaboramos uma antena sem bobina, com carga linear, facilmente copiável e ajustável por qualquer radioamador.

Como funciona uma carga linear? Imaginemos uma antena vertical encurtada, cuja reatância capacitiva para a freqüência desejada esteja neutralizada pela indutância de uma bobina situada no meio (ver Fig. 7.63).

Agora, imaginemos formar esta indutância por meio de um elo grande, horizontal, conforme o B da Fig. 7.63. Finalmente, dobramos este elo para ficar junto à vareta, como ilustrado na letra C da Fig. 7.63. Podemos constatar que o elo continuará a ter a sua indutância, mesmo nessa posição.

Agora, vamos passar à execução prática da nova antena. O corpo da nova antena é uma vara de pescar simples (sem quaisquer acessórios), de fibra de vidro, com 3 m de comprimento, desmontável em três partes, encaixadas entre si por meio de terminais tubulares. As duas partes inferiores recebem as "cargas lineares" (ver Fig. 7.64).

A aproximadamente 1 cm de distância para dentro dos encaixes de metal das duas varas mais grossas, fazemos um furo de 1/16" (aproximadamente 1,5 mm) na fibra de vidro, em cada uma das duas partes inferiores. Depois soldamos um fio esmaltado de 1,3 mm de diâmetro (secção 1,3 mm^2, antigo n. 16 AWG)

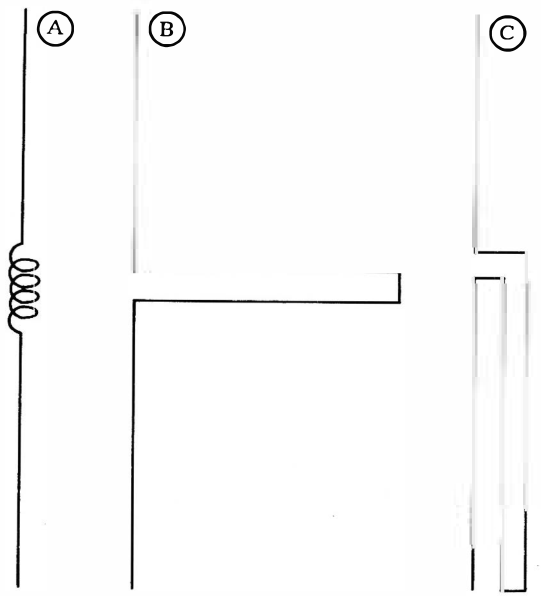


Fig. 7.63 Evolução da carga linear.

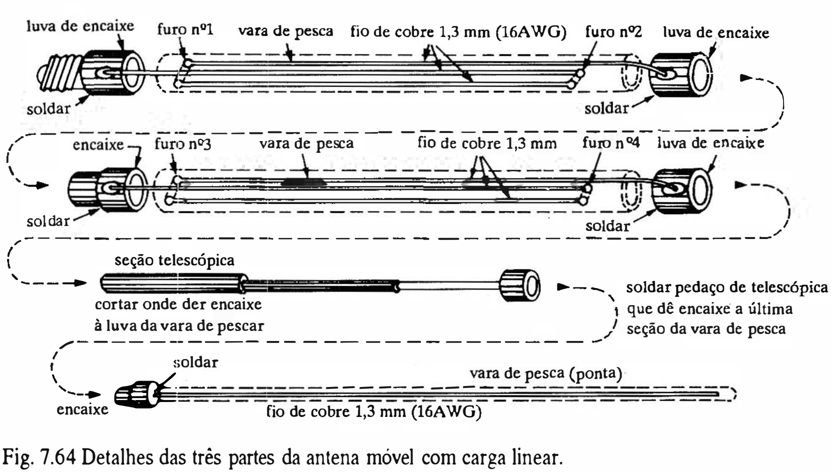


Fig. 7.64 Detalhes das três partes da antena móvel com carga linear.

ao encaixe de metal inferior, passamos o fio pelo furo superior e, em seguida, pelo furo inferior, e soldamos sua outra extremidade ao encaixe de metal superior. Procedendo de maneira idêntica nas duas partes mais grossas da vara, teremos prontas as cargas lineares necessárias. Assim, o fio percorrerá três

vezes o comprimento de cada uma das duas partes inferiores. Colocando a terceira parte no topo, poderemos verificar, com o ressonímetro (*dipmeter*), que a freqüência de ressonância é superior à desejada, isto é, que a reatância capacitiva da antena é maior do que a reatância indutiva da carga linear, na freqüência de 14 200 kHz (ver *dipmeter*, Item 9.6)

A solução é reduzir a reatância capacitiva mediante um aumento da altura da antena, o que fará aumentar sua impedância e eficiência. Para permitir o ajuste do comprimento ótimo na freqüência de trabalho (em nosso caso optamos por 14 200 kHz), recorremos à sucata de antenas telescópicas para automóveis, facilmente obtida em oficinas de eletricistas destes veículos.

A Fig. 7.64 mostra também os detalhes de construção da antena. Como se vê, a parte telescópica foi intercalada entre a segunda e terceira seções da vara de pescar. Para isto, a haste telescópica foi cortada em local cujo diâmetro externo coincidia com o do diâmetro interno da luva superior da segunda seção da vara de pescar. Para o encaixe de cima, foi obtido um pedaço de antena telescópica cujo diâmetro interno coincidia com o diâmetro externo do encaixe inferior (aliás, único) da terceira e última seções da vara de pescar. Esse pedaço de tubo foi soldado no extremo superior da seção telescópica, cujo comprimento será cerca de 0,5 m.

A freqüência de ressonância da antena será ajustada, no comprimento da seção telescópica, por meio de ressonímetro (ver Item 9.6), calibrado com freqüencímetro digital ou com o próprio receptor. Depois de feito o ajuste, o comprimento da seção telescópica será fixado por meio de fita plástica adesiva, enrolada em forma de espiral.

A altura total da antena de 20 m será de, aproximadamente, 3,5 m, que oferece maior resistência de radiação, maior eficiência e, devido ao seu baixíssimo fator Q, maior largura de faixa do que as antenas móveis bobinadas, destinadas à faixa de 20 m. Em nossa experiência, o medidor ROE não ultrapassou 1,2:1 ao longo da faixa inteira, de 14 000 a 14 350 kHz.

Podemos estimar, *grosso modo*, que a resistência de radiação e a eficiência dessa antena serão o dobro das de uma antena bobinada de 2,5 m de altura total.

O balanço da vareta poderá ser limitado por meio de um fio de náilon amarrado a um ímã de alto-falante colocado no capô do carro. No caso de bater a antena em obstáculo, o ímã se desloca, evitando a quebra da antena.

Os materiais utilizados na confecção dessa antena (vara de pescar, fio esmaltado de 1,3 mm^2 - calibre 16 AWG -, vareta telescópica), além de serem baratos, encontram-se em praticamente qualquer lugarejo com toda a facilidade.

7.17.1 Antena "de janela"

A respeito dessa antena com carga linear, podemos citar o seu uso como antena portátil instalada na janela, complementando-a com 5 m de fio para formar um dipolo horizontal. Os 5 m de fio devem ser ligados ao fim da malha condutora externa da linha de transmissão e posicionados em sentido oposto ao da vareta (no interior do quarto).

Visto que se pode direcionar a vareta horizontalmente em uma gama de 90° (entre um lado e outro da janela), e sendo bidirecional o diagrama de irradiação horizontal do dipolo (em forma de oito), essa liberdade de movimento permite a otimização do sinal em qualquer direção (ressalvado o efeito de blindagem do próprio prédio, se este contiver materiais metálicos). Assim sendo, a mesma antena utilizada durante a viagem no veículo pode ser utilizada na janela do estabelecimento de hospedagem.

7.18 Antena Telescópica para *Handy-talkies*

Substituindo a antenazinha espiral por uma telescópica de cinco oitavos de onda, o sinal pode aumentar até 9 dB em relação à antena espiral original, operando o transmissor de 1,5 W como se fosse de 12 W. Ao mesmo tempo, ela proporcionará sinais legíveis ao receptor quando a antena espiral só captar ruídos. O ganho relativo da antena vem da área de captação sete vezes maior e do ângulo de radiação mais baixo.

Os transceptores carregados na mão, comumente conhecidos como *handy-talkies*, se aperfeiçoaram muito nos últimos anos. Por meio de circuitos integrados, eles contêm sintetizadores, várias memórias, bem como varredura, como qualquer transceptor moderno fixo ou móvel. Os modelos mais aperfeiçoados têm consumo tão reduzido que, carregando as baterias durante a noite, eles operam sem recarga praticamente o dia inteiro, e mesmo se esquecermos de carregá-las na noite seguinte, podemos usá-los ainda mais um dia. Quem chega a possuir um aparelho desse tipo, nunca deixa de usá-lo por falta de autonomia.

Para maior comodidade, e para evitar amassar as antenas tipo telescópica durante o manuseio do transceptor, a maioria dos *handy-talkies* vem equipada com antena encurtada em espiral emborrachada, mais conhecida pelos nomes *rubber duck* ou *rubberflex*. Essas antenas são muito práticas, especialmente para acionar repetidoras próximas, ou para contatos a curta distância; todavia, elas não se comparam em desempenho com antenas integrais de um quarto de onda, e ainda muito menos com as de $5/8\lambda$.

A idéia de equipar um *handy-talkie* com antena integral de 5/8λ não é nova. A VoCom Products Corporation lançou uma antena desse tipo há muitos anos. Embora ela tenha abaixado o preço, ainda é muito alto quando se compara com o custo que o radioamador tem ao confeccioná-la, usando tubos telescópicos nacionais. Mesmo não ficando tão bonita como a fabricada nos Estados Unidos, ela certamente oferecerá o mesmo bom desempenho.

O radioamador que desejar copiar a antena deve procurar nas lojas de componentes eletrônicos uma antena telescópica vendida para reposição em receptores, com comprimento de 110 a 115 cm. Com fio de aço, possivelmente inox, de 2 mm de diâmetro, enrola-se uma bobina de cinco espiras, com diâmetro interno de 20 mm e com comprimento de 30 mm. As espiras da bobina devem ser suficientemente afastadas umas das outras, para não se tocarem mesmo sob flexão. Podem até ser encobertas com espaguete plástico. A finalidade dessa bobina não é somente a de compensar a reatância capacitiva da antena de 5/8λ, mas também a de proteger a antena e o transceptor contra quebra no caso de movimentos acidentais. Prende-se um extremo da mola sob o parafuso da antena telescópica e liga-se o outro extremo a um fio soldado no pino central do conector. Se com a mola e com a massa do telescópio a antena for flexível demais, reforça-se a mola internamente por meio de uma varetinha de *fiberglass* até lhe proporcionar a medida exata de flexibilidade. O resto é um pouco de massa plástica, fita isolante e tubo plástico auto-retrátil. Deve-se tomar o máximo de cuidado para que a fita isolante e a massa plástica não cheguem a ter contato com o condutor da antena, pois aumentariam as perdas consideravelmente. Como isolante, só utilizar fita *teflon* de encanador.

Fechada, o comprimento da antena é de 30 cm; estendida é de 120 a 125 cm (a antena da VoCom tem 20 cm fechada e 120 cm estendida). O comprimento exato da antena deve ser ajustado com um medidor de ondas estacionárias.

Com a carcaça de metal fundido do transceptor servindo como contrapeso (*counterpoise*), o fator de reflexão da antena não excede 1,5:1 em parte alguma da faixa de 144 a 148 MHz. Se for necessário ajuste, deve-se pôr em curto parte de uma espira da mola.

7.19 Antenas Magnéticas

Entre numerosas outras aplicações e vantagens, as antenas magnéticas podem resolver problemas de radioamadores residentes em apartamentos.

É de conhecimento público que os sinais do transmissor ao receptor estão sendo transmitidos por meio de ondas eletromagnéticas. Como se de-

preende do próprio nome, as ondas eletromagnéticas têm dois componentes: elétrico e magnético.

Para acoplar os transmissores e receptores às ondas eletromagnéticas, faz-se uso, em geral, nas ondas curtas, do componente elétrico. Por outro lado, os receptores domésticos portáteis, de ondas médias, longas e tropicais, via de regra, são equipados com antenas de bastão de ferrita, fazendo uso do componente magnético das ondas.

Quanto maior o comprimento de onda, mais vantagem apresenta a antena magnética. Para ondas miriamétricas (VLF), com comprimento de onda entre 10 e 100 km, como os utilizados no sistema Ômega, as antenas de recepção mais convenientes são as magnéticas, como de ferrita ou de *loop* blindadas (obviamente com blindagem interrompida).

Os componentes elétrico e magnético da onda eletromagnética são perpendiculares um ao outro. Como exemplo que evidencia essa relação angular, podemos comparar as antenas cúbicas de quadro com as antenas *loop*. As antenas cúbicas de quadro têm o tamanho físico da mesma ordem de grandeza que o comprimento de onda para a qual foram projetadas. Elas têm o lóbulo principal e conseqüentemente maior alcance e sensibilidade no eixo perpendicular aos planos em que seus elementos estão situados. Essas antenas operam com o componente elétrico da onda.

As antenas *loop*, embora de forma semelhante, têm dimensão física, no mínimo, oito vezes menor do que o comprimento de onda para o qual foram destinadas. Elas têm a sensibilidade máxima em seu próprio plano, e mínima no eixo perpendicular a este, isto é, existe uma diferença de 90° entre as direções de captação de uma antena cúbica e de uma *loop*. Esses 90° são exatamente os que separam o componente magnético da onda com que trabalha a antena *loop* do componente elétrico da onda com o qual trabalha a antena cúbica de quadro.

No caso da recepção dos sinais do projeto Ômega e dos receptores portáteis de radiodifusão sonora em onda média acima citados, já se percebe uma das grandes vantagens da antena magnética em relação às antenas elétricas: o tamanho sensivelmente reduzido. Há, porém, muitas outras vantagens, como as que seguem:

a. sua altura não é tão crítica como a das antenas elétricas, economiza torre e cabo coaxial e pode operar eficientemente na altura dos próprios apartamentos;

b. o efeito de blindagem da parede de alvenaria sobre a antena magnética é muito menor do que seu efeito de blindagem eletrostática sobre a antena elétrica;

c. a antena magnética pode operar bem em qualquer freqüência entre os limites para ela estabelecidos;

d. na transmissão, suprime os harmônicos (o segundo harmônico, com 35 dB), causando menos interferências;

e. sendo simétrica, pode ser aterrada diretamente, o que reduz ainda mais as eventuais interferências provocadas;

f. na recepção, por apresentar uma largura de faixa bem reduzida, tem uma recepção bem menos suscetível a interferências;

g. em áreas onde o nível de interferências é muito elevado, a recepção nítida pela antena magnética pode ser melhorada ainda mais se se aplicar sobre a antena uma blindagem eletrostática devidamente interrompida;

h. sendo o comprimento da linha de transmissão insignificante com relação à necessária a uma antena montada em torre, ela não somente custa bem menos mas também elimina as perdas causadas pela longa linha de transmissão;

i. elimina a necessidade de torre, bem como os serviços de torrista e antenista;

j. sua suscetibilidade a raios e a outras descargas atmosféricas não é comparável com a de antenas, mas com a de outros equipamentos localizados no *shack*;

k. não cria problemas com síndicos e/ou administradores de condomínio quanto ao uso do telhado;

l. pode ser transportada para as casas de campo e de praia, e utilizada em *field days*, com tempo mínimo de montagem e desmontagem. Em operações de emergência, pode ser levada juntamente com o transceptor ao local de ocorrência, podendo operar direto em ondas curtas, sem necessidade de VHF, UHF e repetidoras.

É óbvio que na tecnologia não existe o que os americanos chamam de *free lunch*, isto é, tudo tem o seu preço. No caso de antenas magnéticas, o preço é que elas devem ser ajustadas sempre para a freqüência na qual devem operar.

Nas antenas magnéticas profissionais, como aquelas para utilização militar, e cujo preço fica ao redor de 13 mil dólares, o ajuste é feito por controle remoto com redução para maior exatidão; na versão de radioamador a antena é localizada no próprio *shack* junto ao transmissor, o que permite ajuste manual, que é muito mais barato.

A versão militar emprega capacitor variável a vácuo, não somente por causa da elevada tensão de ruptura necessária devido ao alto Q, mas também para evitar contatos deslizantes (que representam vários miliohms de resistência e aumentam com a oxidação e com o tempo) e contatos de espiral (que representam resistência ôhmica ainda maior).

Como podemos ver através do exemplo militar, o segredo da antena magnética é garantir o elevadíssimo fator Q. Não podendo se permitir o uso de variáveis a vácuo, o radioamador pode utilizar variável duplo, ligando o elo do tubo de cobre aos dois estatores. Mas mesmo assim, deve evitar a utilização de variáveis construídos de alumínio, em que o contato elétrico com as placas se faz por meio de pressão, mas deve dar preferência a variáveis de latão, com todas as placas soldadas ao eixo. Deve lembrar-se sempre de que alguns miliohms introduzidos na antena magnética são capazes de estragar todo o seu bom desempenho.

Quais são os empregos principais de antenas magnéticas no serviço de radioamador?

a. em apartamentos onde haja impedimento, dificuldade ou custo muito elevado para instalar uma antena no telhado;

b. em casas de campo ou de praia onde as antenas externas estão expostas às intempéries e à corrosão o ano inteiro, fora de proporção com o número de dias durante os quais a estação está sendo utilizada durante o ano;

c. em hotéis e no caso de outras operações em imóveis de propriedade de terceiros;

d. em DXpedições, em operações de emergência e em outras operações em lugares incertos e não determinados.

Agora os leitores irão perguntar quanto custam as antenas magnéticas. Embora seu tamanho físico seja consideravelmente menor que o de antenas que captam os componentes elétricos das ondas eletromagnéticas, o custo não se reduz proporcionalmente, uma vez que, para obter o altíssimo fator Q, necessário para uma boa eficiência, ela tem de utilizar material caro (cobre e latão). A grande economia na utilização das antenas magnéticas provém de sua localização. Elas não necessitam de torres de sustentação, de estais, de dezenas de metros de cabo coaxial RG213U (conhecido como cabo grosso), nem envolvem despesas com torrista e antenista, mas se satisfazem com 2 m de cabo RG58U (conhecido como cabo fino), muito mais barato. Além da vantagem nos custos, não devemos esquecer de que uma parte do ganho adicional da antena instalada no telhado se perde no cabo coaxial, tanto no sentido de transmissão quanto no sentido de recepção. Com a antena magnética localizada no *shack*, mesmo com cabo fino de 2 m de comprimento, as perdas são insignificantes.

Qual é a cobertura de faixas de uma antena magnética? Cada antena magnética cobre continuamente uma gama de freqüências até uma proporção de aproximadamente 2:1. Assim, a antena poderia ser projetada, por exemplo, para 10 a 20 m ou para 20 a 40 m. Todavia, para que o radioamador possa cobrir

toda a faixa de 10 a 40 m, com uma só antena em seu *shack*, já existe antena magnética equipada com um dispositivo de comutação pelo qual se pode escolher entre 7 a 14 e 14 a 30 MHz.

Essa última antena cobre as dezesseis bandas seguintes:

- radioamador: 7, 10, 14, 18, 21, 24, 28 e 29 MHz;
- radiodifusão: 41, 31, 25, 19, 16, 13 e 11 m;
- faixa do cidadão: 27 MHz.

É interessante mencionar que enquanto as antenas magnéticas para fins militares estão sendo fabricadas pela Antenna Research Associates e pela Technology for Communication, elas não foram incluídas na linha para radioamadores da Mosley, Cushcraft, Wilson, Butternut, Telrex, Tonna, porque necessitam da utilização de materiais e de tecnologia diferentes das demais antenas do serviço de radioamador, bem como pelo fato de terem mercado limitado. O primeiro fabricante que lançou antena magnética para os radioamadores foi o AEA, sob a marca Isoloop, com cobertura de 14 a 30 MHz e com motor passo-a-passo.

Os próprios radioamadores, via de regra, produzem de forma artesanal as antenas magnéticas para os seus colegas. Nos Estados Unidos são W5QJR e W1ICP, na Alemanha, DK5CZ, DL6CSN e DF9IV, na França, F3ES e no Brasil, PY2HZ.

Ao utilizar antenas magnéticas dentro do *shack*, recomendamos não exceder a potência de 100 W e observar os limites constantes no Item 18.2 sobre

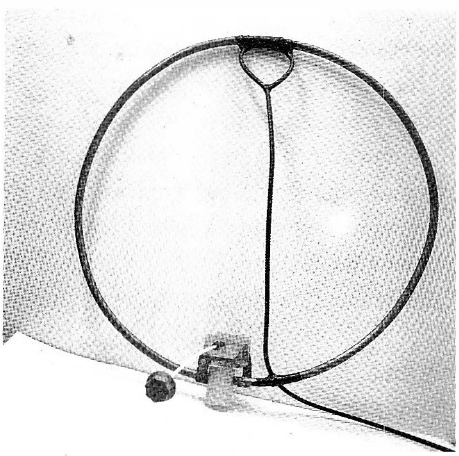


Fig. 7.65 Antena magnética confeccionada por PY2HZ.

os campos de radiofreqüência. Recomendamos, outrossim, não colocá-las exatamente em frente de fontes de alimentação reguladas ou chaveadas, pois a tensão de radiofreqüência captada e retificada influirá no sensor e reduzirá a tensão fornecida. Basta colocá-la 1 m para o lado.

Antena magnética com acoplamento bem dimensionado já sai em todas as freqüências por ela alcançadas com impedância de 50 Ω, dispensando a utilização de acoplador (*transmatch*).

8. LINHAS DE TRANSMISSÃO

8.1 O que é uma Linha de Transmissão?

Linha de transmissão é a ligação entre a estação e o sistema irradiante, este comumente denominado antena. Ela conduz o sinal proveniente do transmissor até a antena e também traz o sinal captado pela antena ao receptor.

Quando se fala de linha de transmissão, o radioamador instintivamente pensa em cabo coaxial. Realmente, a grande maioria das linhas de transmissão hoje utilizadas pelos radioamadores é o cabo coaxial. Existem, porém, além do cabo coaxial, também outros tipos de linhas de transmissão. De conceito parecido ao do cabo coaxial é a linha gaiola, que consta de seis fios, dos quais quatro são colocados em cada canto da gaiola e dois passam isolados dos demais no centro. Esse tipo de linha foi muito utilizado por emissoras de radiodifusão, até 50 kW.

A linha paralela já é mais conhecida entre os radioamadores, tanto em sua versão rígida (Idealinha) quanto em linha de televisão de 300 Ω. Houve tempos em que um fio simples serviu como linha de transmissão. Nada impede que hoje alguém utilize antena Windom.

Sendo o cabo coaxial e a linha de transmissão os elementos de maior interesse aos radioamadores, entraremos em alguns detalhes. Quais parâmetros do cabo são de importância para o radioamador?

a. impedância característica;

b. potência máxima permitida, pico e média, nas freqüências de operação, a 35°C de temperatura e sem potência refletida;

c. freqüência máxima de operação;

d. atenuação por unidade de comprimento nas freqüências de operação e temperatura de 20°C;

e. proteção contra a migração de pigmentos do plastificante da capa para dentro do dielétrico, sob efeito dos raios ultravioleta;

f. porcentagem de blindagem do condutor externo (desde 85% nos cabos mais baratos até 100% dos condutores externos sólidos);

g. uniformidade de impedância ao longo do cabo (concentricidade, constância de diâmetro do condutor central, bem como uniformidade de densidade da espuma de polietileno);

h. tensão máxima de operação em R.F;

i. velocidade relativa de propagação;

j. capacitância por metro;

k. indutância por metro;

l. raio mínimo de curvatura.

A grande maioria dos radioamadores pouco se interessa por esses detalhes. Eles só falam de "cabo fino" e de "cabo grosso". Cabo fino significa para o radioamador o tipo RG58A/U, com impedância característica de 50 Ω, potência máxima de transmissão de 105 W em 400 MHz, tensão máxima de RF de 1 900 V, atenuação de 34 dB em 400 MHz em 100 m, dielétrico de polietileno sólido com velocidade de propagação relativa de 66%, com folha de proteção contra a migração dos pigmentos para o dielétrico, com capacitância de 93,5 pF/m, raio de curvatura mínima de 25 mm e com uniformidade de impedância e porcentagem de blindagem conforme o fabricante e o modelo. Cabo grosso significa para a grande maioria dos radioamadores brasileiros o tipo RG213U (RG8), com impedância característica de 50 Ω, com potência máxima de transmissão de 450 W em 400 MHz (em freqüências inferiores, potência maior), tensão máxima de RF de 5 000 V, atenuação de 18 dB em 400 MHz em 100 m, dielétrico de polietileno sólido com velocidade de propagação relativa de 66%, com folha de proteção contra a migração do plastificante para o dielétrico, com capacitância de 96,8 pF/m, raio de curvatura mínima de 50 mm e com uniformidade de impedância e porcentagem de blindagem conforme o fabricante e o modelo.

Podemos ver, através dos dados acima expostos, que o radioamador que só opere em HF e que não utilize linhas de transmissão demasiadamente longas está satisfatoriamente servido com os dois cabos populares, utilizando o RG58U para potências e comprimentos menores e o RG213U para potências e comprimentos maiores. Os problemas que eventualmente irão enfrentar serão a falta de uniformidade da impedância ao longo da linha (o que os obriga a utilizar comprimentos exatos de múltiplos elétricos do comprimento de meia

onda, o que só é possível em operação de monofreqüência e em seus múltiplos) e insuficiência de blindagem, que irrita os televizinhos da estação.

O problema surge quando o radioamador parte para VHF, UHF e SHF, situação em que as perdas acima citadas podem tornar-se inaceitáveis. Aqui os radioamadores recorrem, em primeiro lugar, a cabos com dielétrico de espuma (que apresentam 20% menos perda do que os cabos equivalentes com dielétrico de polietileno sólido), a cabos com diâmetro maior, como 1/2" e 7/8", ambos com dielétrico de espuma e com condutor externo sólido. Uma de nossas repetidoras de VHF utiliza mais de 100 m de cabo 7/8", e, em 144 MHz, sua perda é de 2,3 dB/100 m. Em UHF, as perdas evidentemente aumentam e exigem diâmetros de cabos ainda maiores, e dielétrico de ar com separadores espirais, mantidos sob pressurização.

Os leitores podem imaginar o custo de um cabo coaxial com os respectivos terminais hermeticamente fechados e com o pressurizador. Assim, em altas freqüências, a única solução barata para o radioamador é a linha aberta. Uma linha aberta de 300 Ω (Idealinha) com espaçamento de 3/4" agüenta a potência máxima utilizável no serviço de radioamador até as mais elevadas freqüências comumente utilizadas, e suas perdas em 100 m não excedem a 0,3 dB em 30 MHz, 0,75 dB em 144 MHz, 1,5 dB em 220 MHz e 3 dB em 440 MHz. Todavia, seu uso em 440 MHz não é recomendável por motivos que indicaremos abaixo.

Linhas paralelas de 300 Ω, utilizadas com receptores de televisão com condutores de 0,8 mm^2 (n. 18 AWG), já apresentam perda maior: 0,7 dB em 30 MHz, 2,5 dB em 144 MHz, 3 dB em 220 MHz e 6 dB em 440 MHz. Os valores acima não incluem as perdas por radiação. Obviamente, linha aberta só pode ser utilizada em espaços abertos, fora do *shack*, longe de objetos metálicos, em linhas retas sem dobras, porém exatamente neste espaço é que se encontram as distâncias grandes. Nas distâncias pequenas, dentro do *shack*, com comprimentos de poucos metros, mesmo o cabo grosso - RG213U - pode ser utilizado (cuja perda em 5 m de comprimento em 400 MHz é de apenas 0,05 vezes 16 dB, ou seja, 0,8 dB).

O espaçamento da linha paralela deve acompanhar a freqüência: 1 1/2" de espaçamento pode ser utilizado até 50 MHz, uma polegada até 148 MHz, 3/4" polegada até 220 MHz e 1/2" até 440 MHz. É por este motivo que a Idealinha, de 3/4" de polegada, só é recomendada para uso até 220 MHz. Sendo as perdas da linha paralela tão baixas (as da Idealinha de 3/4" são bem menores do que a do cabo coaxial Heliax tipo HJ9-50, de 5" de diâmetro, com dielétrico de ar, cujo metro custa muitas vezes mais), pergunta-se por que não se generalizou o uso de linhas paralelas na radiocomunicação. A resposta é simples. Os

dados acima foram obtidos por medições exatas, em laboratório. Quando a linha fica molhada (com a chuva, por exemplo) suas perdas aumentam muito; e mais ainda sob neve ou gelo. Sempre haverá algum objeto metálico perto, ou existirão, junto, outras linhas de transmissão. Se a linha não for equilibrada com relação à terra, suas perdas também aumentam. E, evidentemente, o radioamador que tiver várias antenas não poderá sair com várias linhas paralelas juntas.

Por outro lado, embora seja mais caro e apresente maiores perdas, o cabo coaxial oferece uma série de vantagens. Seu desempenho independe de intempéries, pode ser conduzido em qualquer lugar e em qualquer forma, desde que se observe o raio mínimo de curvatura, e permite medições fáceis de perda e de reflexão em qualquer ponto, além de podermos avaliar os resultados dos ajustes efetuados com boa exatidão. O único cuidado físico, que os cabos coaxiais exigem, é impedir a penetração de umidade em seus extremos, junto aos conectores.

Aqui chegamos aos aspectos de deterioração de cabos coaxiais com o tempo. Cabos podem deteriorar-se depois de anos de uso, quando expostos ao sol e às intempéries. Assim, muitos radioamadores são aconselhados por colegas a substituir seus cabos depois de cinco a dez anos. Antes de efetuar essa substituição, é recomendável efetuar um teste para ver se o cabo realmente deteriorou ou se ainda continua com o fator de perdas inicial.

Um método bastante exato é a medição direta. Ligamos ao nosso transmissor, em posição de sintonia, através de um refletômetro uma carga não-reativa na freqüência mais alta que podemos gerar no *shack*. Ajustamos o refletômetro para a sensibilidade máxima e reduzimos o sinal para que o ponteiro incidente indique deflexão total. Depois, sem mexermos no transmissor, inserimos o cabo coaxial a ser medido entre o transmissor e o refletômetro, e fazemos nova leitura. Pelo fato de a leitura ser em tensão e a perda em potência, cada decibel de perda na leitura significará 2 dB de perda em potência. Sendo os refletômetros calibrados em ROE e em potência refletida, há necessidade de utilizar uma escala de conversão para as perdas em decibéis[1].

Se não for possível retirar o terminal do cabo coaxial que está ligado à antena, ainda assim há possibilidade de medir as perdas do cabo. Basta excitar a antena em uma freqüência em que não ressone, refletindo praticamente tudo, e comparar a potência incidente à refletida. Quanto mais reflete, melhor é o

1. O Item 9.3 contém, em sua Fig. 9.3, uma escala de conversão referindo a escala a perdas de tensão; devemos transformá-las em perdas de potência multiplicando o valor, em decibéis, por dois.

cabo. Nesse caso, o instrumento indica o total das perdas de ida e de volta, conseqüentemente as perdas de tensão, só de ida ou só de volta, são a metade do valor de decibéis indicados na escala, e as perdas em potência, só de ida ou só de volta, são as que constam da escala de decibéis[2].

Para servir como base de comparação, segue uma relação dos valores de perdas indicadas, para outras freqüências (em dB/100 m). Os valores são aproximados e fornecidos por vários fabricantes.

TABELA 8.1

f	400	144	50	28	21	14	7	3,5	MHz
RG58A/U	40	19	10	7	6	5	3,3	2,2	dB/100 m
RG213U	18	9	4,5	3,2	2,7	2,2	1,5	1,0	dB/100 m

Para os cabos coaxiais com dielétrico de polietileno sólido, basta escolher a freqüência, multiplicar pelo comprimento em metros e dividir por cem para obter a perda do cabo em potência.

Os leitores indagarão como poderemos efetuar testes comparativos entre os índices de blindagem de dois cabos coaxiais, como foi citado entre os parâmetros dos cabos, que são de grande importância, especialmente quando utilizados junto aos duplexadores de cavidade (ver Item 13.6). Para esse fim, preparamos um pino PL-259 (conhecido como pino UHF), fechando-o com um resistor de 50 Ω, de carvão (a dissipação do resistor pode ser a menor que encontrarmos, pois só a utilizaremos para fins de recepção). Depois de isolar o resistor (pode ser com um pequeno saco de plástico), blindamos de forma a não deixar nenhuma possibilidade de vazamento. Colocado o pino no soquete de antena do receptor, sintonizamos uma estação forte e de sinal constante e anotamos a indicação do essímetro. Depois, cortamos comprimentos iguais dos cabos coaxiais a serem testados e os intercalamos, um por um, entre o receptor e o resistor terminal, tomando cuidado para não haver vazamento nos pontos de interligação (pode-se blindar adicionalmente com folha de alumínio nesses pontos). Os aumentos na indicação do essímetro corresponderão aos vazamentos nas blindagens dos cabos coaxiais sob teste.

2. Os detalhes dessa medição também se encontram no Item 9.3.

8.2 O Cabo Coaxial: Perguntas e Respostas

Pergunta: Tenho uma antena perfeitamente ajustada. Poderia melhorar seu desempenho aumentando o cabo coaxial para 33 m?

Resposta: De forma alguma! Uma antena bem ajustada, isto é, uma que ressone na freqüência de operação e que apresente uma carga resistiva igual à impedância característica da linha de transmissão, funciona bem, independentemente do comprimento dessa linha. Aumentando-a sem necessidade, o radioamador só irá desperdiçar QSJ e decibéis, devido ao custo adicional e às perdas mais elevadas de um cabo mais comprido do que o necessário.

Pergunta: Qual é, então, a utilidade dos tais cabos coaxiais mais compridos do que a distância entre o transmissor e a antena?

Resposta: Se o cabo coaxial for de impedância diferente da impedância da antena, ou se ele variar sua impedância característica ao longo de seu comprimento, essas deficiências não aparecem quando seu comprimento for meia onda elétrica ou um múltiplo desta.

Pergunta: Quer dizer que um cabo de meia onda elétrica, mesmo se tiver características diferentes, é capaz de transferir a impedância que ele "enxerga"?

Resposta: Exatamente. Usando uma linha de transmissão de meia onda, ou de um múltiplo de meia onda, ela transfere de um extremo ao outro a impedância que ela "vê". Em outras palavras: a mesma carga resistiva ou reativa apresentada pela antena no ponto em que está ligada à linha aparecerá na extremidade oposta se esta linha de transmissão for de meia onda ou um múltiplo de meia onda.

Pergunta: Como se calcula o comprimento da linha de transmissão de meia onda?

Resposta: O comprimento depende da freqüência de operação (ou das freqüências de operação, se a antena for multibandas) e do fator de velocidade da linha de transmissão. Para determinar qual o comprimento, sem a necessidade de fazer "contas", apresentamos na Tabela 8.2 os comprimentos para os casos mais freqüentes e de larga aplicação no radioamadorismo, desde antenas monobanda até antenas de cinco faixas, para operar em 3,55; 7,10; 14,2; 21,3 e 28,4 MHz, correspondendo a 1, 2, 4, 6 e 8 comprimentos de meia onda elétricos, respectivamente, com os vários tipos de cabo coaxial, bem como com a linha aberta.

Pergunta: Isto quer dizer que a única função do comprimento do cabo acima exemplificado é a de transferir as impedâncias do telhado para o *shack*?

TABELA 8.2

Linhas de transmissão	Fatores de velocidade (%)	Comprimentos de meia onda elétrica ou seus múltiplos exatos para as faixas de (m)			
		10	10 20	10 15 20 40	10 15 20 40 80
Cabo coaxial com dielétrico sólido de polietileno RG-8, RG213U, RG218U	66	3,49	6,97	13,95	27,89
Cabo coaxial com dielétrico de espuma KMP Cellflex CF, Andrew Heliax FHJ	79	4,17	8,34	16,69	33,38
Cabo coaxial com dielétrico de espuma de baixa densidade Andrew LDF 4-50	87,5	4,63	9,24	18,49	36,98
Linha paralela de 300 Ω com isolamento de polietileno (cabo geminado tipo TV)	92	4,86	9,72	19,45	38,88
Linha aberta (com separadores)	97,5	5,15	10,29	20,60	41,20

Resposta: Exatamente. E isto ele faz mesmo se a impedância do cabo coaxial de baixa qualidade variar à vontade.

Pergunta: O senhor diz que todo cabo coaxial descasado, que não tiver comprimento de meia onda elétrica ou múltiplo desta, funciona como transformador de impedâncias?

Resposta: Exatamente. Veja a Fig. 8.1.

A Fig. 8.1 apresenta essa variação para um cabo de 50 Ω carregado com 25 Ω resistivos (relação impedância característica de cabo/terminação resistor igual a 2:1). Podemos verificar na figura que a cada meia onda o valor ôhmico se repete, e a cada quarto de onda, a reatância é igual a zero. Em todos os outros pontos, o valor da reatância fica diferente, isto é, o próprio cabo dessintonizará o sistema irradiante. Por exemplo, no ponto A, a resistência é mínima, no ponto C, a resistência é máxima, e no ponto B a reatância indutiva é a máxima.

Pergunta: Como saber se a impedância característica de um cabo coaxial sem marcação da fábrica é de 50 ou de 70 Ω?

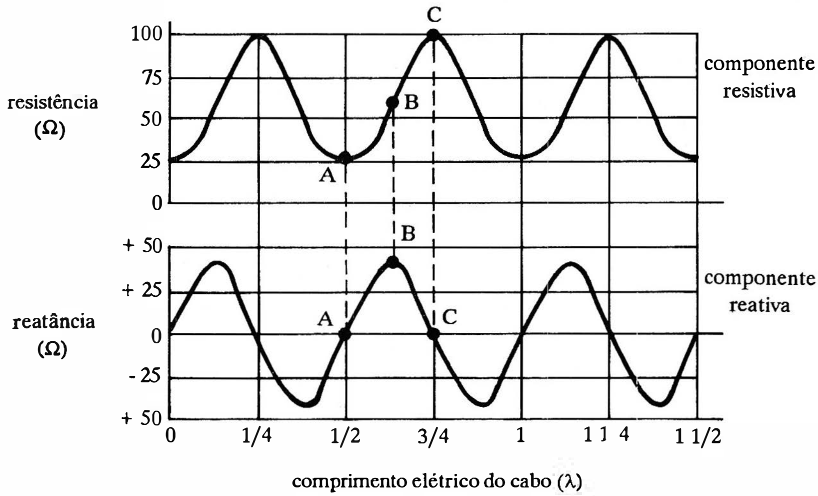


Fig. 8.1 Variação da resistência e da reatância ao longo de uma linha de transmissão de 50 Ω, terminada com uma carga de 25 Ω.

Resposta: Temos dois métodos: calcular ou medir. Conhecendo o diâmetro interno da malha (D) e o diâmetro do condutor central (d), podemos calcular a impedância característica pela fórmula:

$$Z = \frac{138 \log D/d}{\sqrt{k}}, \text{ onde:}$$

D é o diâmetro interno do condutor externo do cabo; d, o diâmetro do condutor interno; e k, a constante do dielétrico do cabo.

Para cabos com dielétrico de polietileno sólido, k= 2,3. Então, teremos:

$$Z = \frac{138 \log D/d}{\sqrt{2,3}} = 91 \log D/d.$$

Para os amadores não versados em matemática, é preferível a medição. Para isto, preparamos dois resistores puramente ôhmicos, um de 50 Ω e outro de 70 Ω. Ligamos um de cada vez ao outro extremo do cabo (que não pode ser múltiplo de meia onda elétrica) e fazemos a leitura pelo refletômetro. Quando o cabo for terminado com o resistor correspondente à sua própria impedância característica, o refletômetro indicará 1:1; terminando um cabo de 50 com

70 Ω, ou um cabo de 70 com 50 Ω, o refletômetro deverá indicar valor diferente, podendo chegar até 2:1 (ele indicará este valor quando o comprimento do cabo for múltiplo ímpar de um quarto de comprimento de onda, convertendo-o em um transformador de impedâncias).

Pergunta: As perdas da linha de transmissão dependem obviamente do comprimento do cabo coaxial. Poderia informar quais são essas perdas para os dois tipos de cabo mais comumente utilizados pelos radioamadores?

Resposta: Veja no Item 8.1: "O que é uma Linha de Transmissão?"

Pergunta: Desde a última chuva forte, minha estação perdeu tanto o seu alcance de transmissão quanto a sensibilidade de recepção, especialmente nas freqüências mais elevadas. O que devo fazer?

Resposta: Muito provavelmente, deve ter entrado água no cabo, e, com o seu coeficiente dielétrico de 80, deve ter aumentado substancialmente suas perdas. Antes de selar de novo no ponto de vazamento, o cabo deverá ser secado por dentro. Se houver ligação galvânica pela antena, entre a malha e o condutor central, ela deve ser desligada para poder aplicar tensão ao condutor central, aproveitando o próprio calor gerado para fazer evaporar a água contida. Quanto mais alta a tensão aplicada, tanto mais rápida a evaporação. Nos cabos grossos (RG213U), pode-se ligar o secundário de um transformador de até 2 x 350 V AC para a secagem rápida, através de uma lâmpada protetora de 220 V/100 W. Se não tiver, pode-se usar os 220 V da rede sobre o vivo nas áreas onde esta é a tensão única de alimentação domiciliar, sendo a malha ligada à terra. Onde só houver rede de 2 x 115 V ou 2 x 117 V e não houver transformador de televisão ou vitrola velha, o tempo de secagem será maior, pois a malha externa, por motivos de segurança, sempre deve estar ligada à terra ou ao fio neutro da rede bifásica ou trifásica. Quando a água infiltrada for destilada, como neve derretida, que não é condutor elétrico (como aconteceu na expedição antártica de Amyr Klink - ver Item 20.2), a secagem pode fazer uso de perdas dielétricas aplicando potência máxima de radiofreqüência ininterruptamente até que a água contida evapore. De qualquer forma, deve-se afastar as pessoas das proximidades da antena durante a secagem. O progresso da secagem pode ser verificado mediante o uso de ohmímetro no caso de água condutora, ou, em qualquer dos casos, mediante a medição das perdas, conforme descrito nos Itens 8.1 e 9.3. A secagem termina quando as perdas alcançam os valores nominais de perdas indicadas para a respectiva faixa de freqüência no Item 9.1. Depois de terminar a secagem, o lugar do vazamento deve ser selado com fita isolante e borracha de silicone.

8.3 Quantos Usos do Cabo Coaxial você Conhece?

8.3.1 Linha de transmissão

Este é o uso original, principal e mais conhecido do cabo coaxial. Sua função é de conduzir energia de radiofreqüência de um ponto para o outro, mantendo sua impedância característica possivelmente constante ao longo da linha, a fim de evitar reflexões e manter no nível mínimo possível, dentro das limitações de ordem econômica, as perdas ôhmicas, de dielétrico e de radiação.

8.3.2 Linha de retardo

Essa função do cabo coaxial está sendo aproveitada quando o sistema irradiante consta de dois ou mais elementos ativos, seja para efeitos direcionais (inclusive como rotor eletrônico de antena), seja para efeito de polarização circular (como antenas Yagi cruzadas, empregadas em operação de satélites - ver o Item 7.16).

A propagação no cabo coaxial não se procede com a mesma velocidade que no espaço, e o tempo de retardo pode ser facilmente calculado pela divisão do comprimento do cabo coaxial pelo fator de velocidade e pela velocidade das ondas eletromagnéticas no espaço livre. Este último é, como sabemos, 300 000 km/s, aproximadamente. O fator de velocidade varia com o material e com a densidade do dielétrico. Seus valores aproximados são os seguintes:

- dielétrico sólido de polietileno (RG58, RG8, RG213U) - 66%;
- espuma de polietileno (Cellflex CF, Heliax FHJ) - 79%;
- espuma de baixa densidade (Low Density Foam LDF 4-50) - 87,5%;
- ar com espiral de polietileno (Flexwell HF, Heliax HJ) - 92%.

Linhas com tempos de retardo muito curtos, como, por exemplo, os defasadores de um quarto de onda, são calculadas, para maior facilidade, em vez de em função do tempo, em função do comprimento de onda. Nesses casos, o cálculo da linha somente é válido para a freqüência tomada como base no cálculo.

8.3.3 Atenuador e carga não-reativa em UHF

As perdas do cabo coaxial o tornam um meio excelente para servir como atenuador em UHF e, por extensão, como carga não-reativa. Por exemplo, um

cabo RG58, com dielétrico sólido de polietileno, apresenta, em 430 MHz, uma perda de 34 dB/100 m de comprimento. Sabendo que a potência máxima do cabo, nessa freqüência e a 35°C, é de 100 W, basta colocar um resistor de carvão de 50 Ω, 2 W, num dos extremos de um rolo de cabo de 50 m (a atenuação de 17 dB, correspondente ao comprimento de 50 m, reduz 100 W de potência para 2 W), e temos pronta uma carga não-reativa de 50 Ω, 100 W, para nossos testes de UHF (ver Item 5.9).

8.3.4 Bobinas de corte à base de cabos coaxiais

A capacitância interna dos cabos coaxiais, conjugada com a indutância de algumas de suas espiras, forma bons circuitos ressonantes para o elemento de corte de antenas multibandas. Com essas bobinas de corte, o radioamador pode construir dipolos multibanda, sendo que os comprimentos, com exceção do elemento mais curto, serão menores do que os dos dipolos sem bobina, uma vez que nas freqüências abaixo de sua freqüência de ressonância os elementos apresentam reatância indutiva.

O cabo coaxial é enrolado sobre um tubo de PVC, e o condutor interno de um extremo é ligado à malha de seu outro extremo. Os fios da antena ficam ligados ao lado oposto do condutor e ao lado oposto da malha, respectivamente.

O desenho da Fig. 8.2 e a fotografia da Fig. 8.3 demonstram o arranjo físico, e a Tabela 8.3 dá, com exatidão de freqüência suficiente, os dados para o dimensionamento (número de espiras em função do diâmetro).

Embora o cabo coaxial utilizado seja RG58U, antenas com as bobinas acima agüentam até a potência de 1 500 W. Depois de montadas, as malhas que

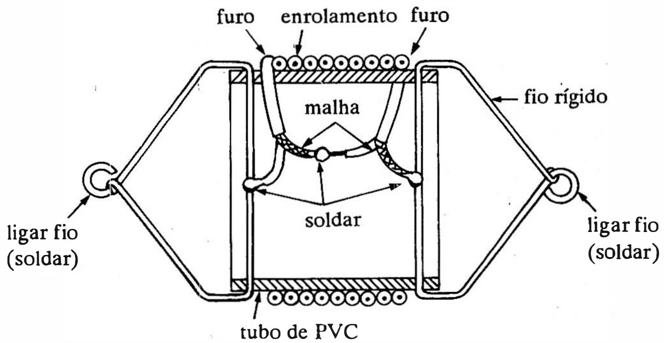


Fig. 8.2 Arranjo físico da bobina de corte confeccionada de cabo coaxial.

entram nos cabos coaxiais devem ser saturadas com resina epóxi, para evitar a penetração de umidade, que iria dessintonizar o circuito.

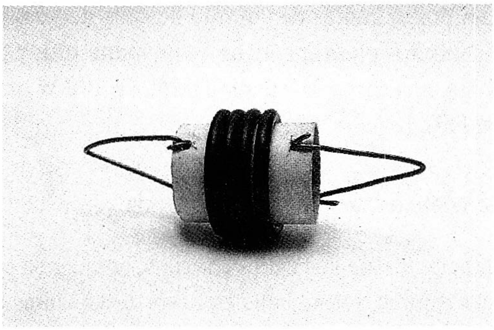


Fig. 8.3. Fotografia da bobina de corte confeccionada de cabo coaxial.

TABELA 8.3

Número de Espiras das Bobinas de Corte (*Traps*)

Bandas (m)	Freqüências (MHz)	Diâmetros do tubo de PVC (em polegadas) 1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
80	3,55	-	-	-	-	10,5	9,0
40	7,15	-	-	8,9	7,0	6,0	-
30	10,125	-	8,5	6,5	5,2	-	-
20	14,175	9,8	6,3	5,0	-	-	-
17	18,13	7,8	5,4	4,1	-	-	-
15	21,225	6,8	4,7	-	-	-	-
12	24,93	6,1	4,3	-	-	-	-
10	28,85	5,2	3,6	-	-	-	-

Aplicações das bobinas de corte:
a. dipolos horizontais e dipolos V-invertido;
b. dipolos verticais e *slopers*.
Combinações (entre outras):

40-80;
20-40-80;
15-20-40-80;
10-15-20-40-80;
6-10-15-20-40-80;

10-15-20;
10-15-20-40;
6-10-15-20;
6-10-15-20-40;
17-12 (ver Item 7.7).

8.3.5 Transformador de impedâncias

Quando terminado com uma carga diferente de sua impedância característica, o cabo coaxial funciona como transformador de impedâncias, variando a resistência e a reatância apresentadas constantemente ao longo do cabo. Esta característica do cabo coaxial nos permite empregá-lo em casamento de impedâncias (ver Item 8.2).

Um exemplo típico é a ligação em paralelo de duas antenas Yagi, de 50 Ω. Empregando dois cabos de 72 Ω de impedância característica, cada um com comprimento elétrico de um quarto, três quartos ou cinco quartos de onda, obteremos, no outro extremo dos cabos, 100 Ω; portanto, ligando-os em paralelo, teremos casamento perfeito para o cabo de descida de 50 Ω.

Dependendo do comprimento do transformador de impedância do comprimento de onda, o cálculo somente será válido para a freqüência correspondente (ou para as freqüências bem próximas a esta).

8.3.6 Filtro de harmônicos pares

Devido à característica aproveitada acima, um quarto de comprimento elétrico de onda de um cabo coaxial, quando posto em curto-circuito em um extremo, representa isolante perfeito no extremo oposto. Por outro lado, meio comprimento de onda, com o mesmo curto-circuito no extremo, representa curto-circuito no extremo oposto. Sendo um quarto de onda fundamental igual a meia onda de seu segundo harmônico, um pedaço de cabo coaxial cortado no comprimento de $1/4\lambda$, para a freqüência de operação, e posto em curto no outro extremo, pode ser ligado em paralelo com a saída do transmissor, onde não atenuará a freqüência fundamental, porém exercerá atenuação substancial no segundo harmônico e nos demais harmônicos pares, nos quais representará praticamente curto-circuito. Nessa aplicação o dispositivo somente servirá para a freqüência para a qual o cálculo do comprimento foi efetuado.

8.3.7 Capacitor para RF em potências elevadas

Para sintonizar bobinas de corte de antenas, muitas vezes necessitamos de capacitores à prova de intempéries, com valor certo e que suportem a tensão de radiofreqüência presente na antena. Para esse fim, o capacitor ideal é um pedaço de cabo coaxial, que pode ser cortado num certo comprimento para dar a capacitância necessária e, depois, selado no outro extremo para evitar a penetração de umidade.

As capacitâncias aproximadas dos cabos coaxiais mais usados são as seguintes:

Cabos coaxiais	Capacitâncias (pF/m)
RG58U (com dielétrico sólido)	93,5
RG59U (com dielétrico sólido)	68,9
RG8U/RG213U/RG218U (com dielétrico sólido)	96,8
RG11U (com dielétrico sólido)	67,3
Cellflex 50 Ω 1/4', 3/8', 1/2' e 7/8' com dielétrico de espuma	82

Essa aplicação pressupõe que o comprimento utilizado como capacitor é desprezível em relação ao comprimento elétrico de onda no mesmo cabo.

8.3.8 Cabo coaxial como antena

Por incrível que pareça, o próprio cabo coaxial serve para construir antena vertical de alto ganho (ver Fig. 8.4).

A antena consta de qualquer número de seções de cabo coaxial, com reversão de fase entre seções adjacentes, sendo a primeira e última seções de comprimento elétrico de um quarto de onda, e as demais seções de comprimento elétrico de meia onda. O ajuste é feito por uma vareta ligada ao extremo superior, de aproximadamente um quarto de onda.

Embora achemos mais conveniente cortar as seções para o comprimento certo por meio de um ressonímetro (*dipmeter*) previamente calibrado com o receptor, damos abaixo, para orientação, os comprimentos aproximados dos elementos para as faixas de VHF e UHF, referentes a cabos coaxiais com dielétrico sólido de polietileno.

Para tornar mecanicamente rígida a antena colinear coaxial, com as medidas acima indicadas, esta, sob hipótese alguma, pode ser efetuada com resina epóxi reforçada com fibra de vidro. A capacitância do contato direto com

a fibra de vidro saturado com resina dessintonizaria o conjunto, alterando profundamente suas características elétricas.

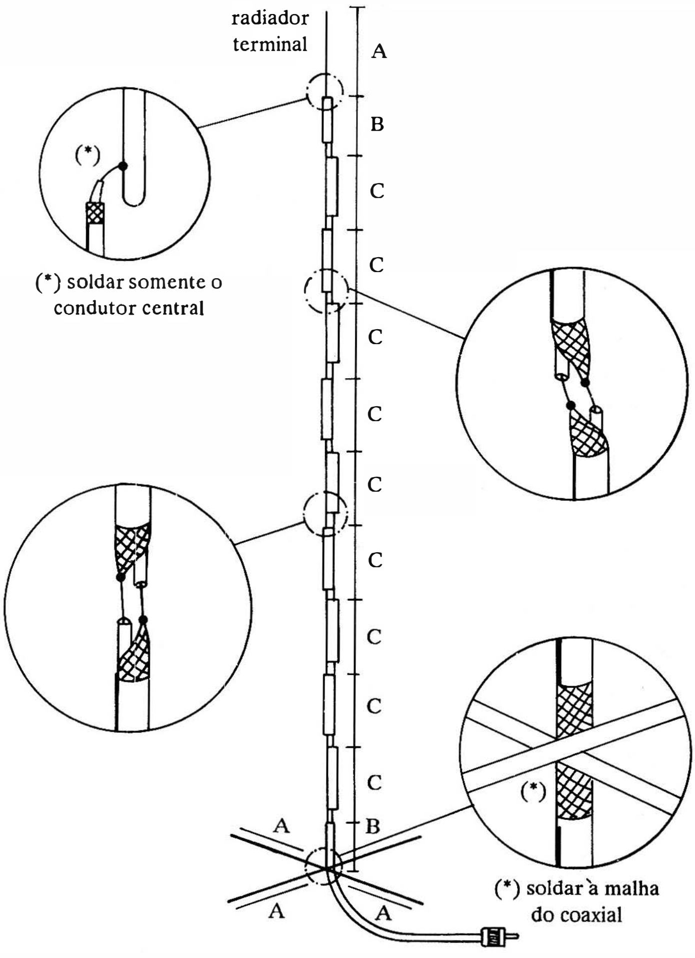


Fig. 8.4 Representação esquematizada de uma antena colinear de doze seções, com detalhes construtivos. As dimensões A correspondem a um quarto do comprimento de onda; em B, teremos um quarto de comprimento elétrico de onda; em C, meio comprimento elétrico de onda. A solda do condutor central de primeira seção será feita à malha da segunda seção; a malha de primeira seção vai soldada ao condutor interno da segunda seção, assim alternando-se consecutivamente as ligações dos condutores e das malhas. A única exceção será a última seção de cabo coaxial, em que apenas o condutor central será soldado à vareta final, ficando a malha sem ligação.

Comprimentos	Freqüências 145 MHz (cm)	220 MHz (cm)	440 MHz (cm)
A (vareta de ajuste)	52	34	17
A (radiais)	52	34	17
B (1/4 de onda elétrica)	34	22	11
C (1/2 onda elétrica)	68	44	22

As antenas profissionais construídas com o cabo coaxial, especialmente as antenas para o uso em embarcações, utilizam um tubo cônico de fibra de vidro pré-moldado para suportar a antena em seu interior, selando seus extremos com borracha de silicone (fornecido em bisnagas) ou com cera de abelha. Para fins de antenas fixas, pode ser usado também tubo de PVC, selado nos extremos contra a penetração de água.

Além dessa antena colinear, o cabo coaxial pode ser utilizado em parte na antena *bazooka* (ver Item 7.11).

8.3.9 Dielétrico como isolador

Mesmo desmontado, o cabo coaxial oferece vários usos para o radioamador. Ao construir antenas móveis, muitas vezes necessitamos, para a vareta, de um isolador de baixas perdas em comprimento certo. Basta cortar o respectivo pedaço de um cabo coaxial e retirar os condutores externo e interno, que teremos um excelente isolador maleável para a nossa antena.

8.3.10 Condutor externo como metade de elemento irradiante

Para construir um dipolo vertical em configuração colinear, necessitamos, para a metade inferior do dipolo, de um condutor oco, que permita em seu interior a passagem do cabo de alimentação. Se não tivermos tubo de metal à disposição para essa finalidade, podemos usar a malha retirada de um cabo coaxial de diâmetro maior (ou diâmetro aumentado mediante afrouxamento).

8.3.11 Condutor externo como cabo de interligação

Para garantir o aterramento perfeito do conjunto de equipamentos do *shack*, é necessário um cabo de seção suficiente, porém bastante flexível para permitir o deslocamento das unidades.

A malha retirada dos cabos coaxiais velhos presta-se muito bem a essa finalidade, especialmente quando achatada, o que facilita sua colocação entre as arruelas apertadas por borboleta.

8.3.12 Capa externa como "espaguete" para os cabos múltiplos

Para a interligação de unidades do *shack*, muitas vezes necessitamos de cabos múltiplos, normalmente terminados com bases de válvulas já queimadas. A fim de dar aspecto melhor a esses cabos de interligação, convém acomodá-los em tubo plástico conhecido como ''espaguete''. As capas externas de plástico dos antigos cabos coaxiais servem muito bem para esse fim, dando aspecto profissional aos cabos de interligação.

Como foi demonstrado, o cabo coaxial é um dos melhores amigos do radioamador. Ele presta-se a inúmeros serviços, não somente durante a sua vida útil (como linha de transmissão), mas também depois de existir, com a reutilização dos elementos que o compõem.

9. INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO PARA A ESTAÇÃO

9.1 Transceptor como Gerador de Sinais

Estáveis, versáteis e de nível continuamente ajustável, os sinais de um transceptor podem ser utilizados para os ajustes na estação do radioamador em HF e até para os de repetidoras de VHF ou UHF.

Para alinhar e calibrar receptores, o radioamador quase sempre necessita de sinais fracos - com intensidade e freqüência continuamente reguláveis - e que sejam os mais estáveis possíveis.

Muitos transceptores têm ajuste fino de excitação em posição de sintonia CW, AM ou FM e podem fornecer sinais de freqüência e de intensidade continuamente reguláveis ao longo de todas as suas faixas.

Se o transceptor tiver saída de baixo nível, destinada a excitar transversores, o sinal pode ser abaixado até 0,1 V. Se não tiver, podemos utilizar uma carga não-reativa blindada, com divisor de tensão, como no caso de excitação de transversores por esses aparelhos (ver Item 4.3).

Ligando o comutador de transmissão na posição manual, ou acionando o PTT, ajustamos o sinal através do botão de controle da portadora (*carrier*) para o nível desejado, procurando com o pré-seletor o máximo de sinal. Se necessitarmos de sinal mais fraco do que a posição mínima do botão de controle da portadora pode fornecer, e se o transmissor contiver pré-seletor, basta dessintonizá-lo fora de seu nível máximo, e assim poderemos chegar, com variação contínua de intensidade do sinal, a até praticamente zero.

Quem possuir um transversor de 2 m ou um de 6 m pode usar o transceptor como gerador de sinais também naquelas faixas de VHF. E quem possuir, ainda, um transversor de UHF, ou mesmo um triplicador com varactor,

pode ir de 2 m para 70 cm, podendo usá-lo com todas as excelentes características do sinal em UHF.

Em VHF e UHF, os sinais gerados levam grande vantagem no que diz respeito à estabilidade de freqüência, se comparados aos geradores de sinais comuns. Tais geradores devem ser ligados minutos antes da medição, para a estabilização de temperatura, e, mesmo assim, necessitam de um reajuste da freqüência, para compensar as derivas. Com o transceptor de HF equipado com conversor de VHF (ou conversor ou triplicador de UHF, se for o caso) o sinal apresenta estabilidade de freqüência adequada desde o primeiro instante.

O conjunto transceptor/conversor (e eventualmente, triplicador) também é muito adequado para fornecer sinal controlado para o ajuste de repetidoras VHF/UHF. O radioamador que efetua os ajustes na repetidora pode pedir (por outro canal de rádio) sinal mais forte ou mais fraco à medida que o ajuste progride. Quando termina o ajuste (com o sinal mais fraco possível), ele poderá estar convencido de que a sensibilidade da repetidora está ajustada para o seu ponto ótimo. Não é mais necessário ir com equipamento móvel a lugares longínquos, estar sujeito a variações de propagação e de condições ambientais, pois o arranjo permite enviar sinais inteiramente controlados - mesmo a pequena distância - de uma estação fixa, com qualquer intensidade.

Além do alinhamento de receptores ou da comparação entre a sensibilidade de dois receptores HF, VHF ou UHF, o mesmo arranjo pode ser aproveitado também para freqüencimetria à distância. Utilizando um segundo receptor de HF, VHF ou UHF, conforme o caso, ajustamos a intensidade e a freqüência de nosso "gerador de sinais" para dar, com a portadora recebida, batimento zero, que pode ser verificado por meio de fones, ou, ainda melhor, por meio de um osciloscópio. Uma vez obtido o batimento zero, aumentamos o sinal através da alavanca *carrier* (e, se for o caso, com o pré-seletor) a fim de poder medi-lo com um freqüencímetro digital.

Obviamente as freqüências das emissões de FM (diretas e de repetidoras) somente podem ser medidas sem modulação, nos intervalos entre palavras.

9.2 Para que Serve o Refletômetro?

A produção de refletômetros em larga escala a partir da década de 60 tornou-os acessíveis a grande número de radioamadores. Embora o refletômetro não permita tirar conclusões quanto à qualidade, ao ganho e ao diagrama de radiação das antenas (para o refletômetro um resistor de 50 Ω constituiria uma antena perfeita), ele é um meio fácil para casar linhas de transmissão com

sistemas irradiantes, desde que o radioamador saiba exatamente o que está medindo (ver, também, Item 7.1).

Pergunta: Por que é preciso casar o sistema irradiante com a linha de transmissão?

Resposta: Para simplificar a compreensão, consideramos a linha de transmissão e o transmissor como fontes de energia e o sistema irradiante como carga consumidora. Qualquer carga só pode absorver o máximo de potência quando sua resistência for igual à resistência interna da fonte.

Pergunta: Poderia dar um exemplo simples para essa afirmação?

Resposta: Um exemplo já foi dado no Item 7.1, sobre antenas e relação de ondas estacionárias. De qualquer forma, devido a sua importância, não é demais repeti-lo, desta vez, para variar, com uma bateria de 12 V.

Substituímos o transmissor por uma bateria de 12 V e sua resistência interna por um resistor de 50 Ω ligado em série, como na Fig. 9.1, abaixo.

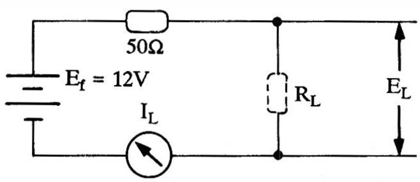


Fig. 9.1 Circuito demonstrativo da influência da relação R_L (Resistência interna da fonte) sobre a potência absorvida pela carga R_L.

Para a carga R_L atribuiremos valores de 12,5 a 200 Ω, a fim de verificar a potência absorvida pela carga R_L. Elaboraremos, então, a Tabela 9.1.

TABELA 9.1

Potência na Carga em Função da Relação R_L/50 Ω

Cargas R_L Ω	ROE'	Tensões sobre a carga (V)	Correntes através da carga (A)	Potências absorvidas pela carga (W)	Relações à potência máxima (0,72 W) (%)
12,5	1:4	2,4	0,192	0,46	-36
16,67	1:3	3,0	0,180	0,54	-25
25,0	1:2	4,0	0,160	0,64	-11
33,3	1:1,5	4,8	0,144	0,69	-4
50,0	1:1	6,0	0,120	0,72	0
75,0	1,5:1	7,2	0,096	0,69	-4
100,0	2:1	8,0	0,080	0,64	-11
150,0	3:1	9,0	0,060	0,54	-25
200,0	4:1	9,6	0,048	0,46	-36

Podemos verificar que:

a. a carga recebe o máximo de energia quando ela é de 50 ohms, isto é, quando seu valor ôhmico é igual à resistência interna da fonte fornecedora da potência;

b. para as proporções entre dois valores de resistência iguais (por exemplo, 1:4 e 4:1), não faz diferença na potência recebida por R_L se a fonte ou a carga tiver resistência maior;

c. as porcentagens indicadas como diferenças de potência são as mesmas que as porcentagens de potência refletida indicadas no refletômetro para a mesma relação de "ondas estacionárias".

Pergunta: Isso quer dizer que a proporção entre resistências é igual à relação de ondas estacionárias?

Resposta: Exatamente. E esta relação oferece um meio fácil e rápido para medi-la.

Pergunta: Mas eu nunca vi ROE igual a 1:2, ou a 1:3. Os valores que conheci até agora foram sempre superiores à unidade.

Resposta: Por convenção, na relação de ondas estacionárias fica sempre o número maior em primeiro lugar, pois o efeito é exatamente o mesmo do que se fosse o inverso.

Pergunta: O que o refletômetro está medindo, na realidade?

Resposta: Na realidade o refletômetro somente mede a relação Er/Et, onde Et é a tensão no sentido da transmissão, e Er é a tensão no sentido da reflexão.

Pergunta: Como foi calculada a escala de ROE no refletômetro?

Resposta: A relação das tensões de ondas estacionárias é expressa pela fórmula:

$$\text{ROE} = \frac{E_t + E_r}{E_t - E_r} = \frac{1 + E_r/E_t}{1 - E_r/E_t}$$

Por exemplo, quando a tensão refletida é a metade da tensão transmitida (centro da escala), a ROE é igual a:

$$\frac{1 + 0{,}5}{1 - 0{,}5} = \frac{1{,}5}{0{,}5} = 3{:}1$$

Pergunta: Como foi calculada a escala de potência refletida?

Resposta: A potência refletida é:

$$P_r(\%) = 100\left(\frac{E_r}{E_t}\right)^2$$

A quadratura torna-se necessária para transformar a proporção de tensões em proporção de potência. Por exemplo, no centro da escala:

$$P_r(\%) = 100\ (0{,}5/1{,}0)^2 = 100\ (1/2)^2 = 100\ (1/4) = 25\%$$

Pergunta: Além de reduzir a transferência de energia, a existência de ondas estacionárias causa também outro inconveniente?

Resposta: Sim. A reflexão de energia aumenta igualmente as perdas na linha de transmissão.

Pergunta: Como se obtém o valor do aumento de perdas na linha de transmissão?

Resposta: Conhecendo as perdas da linha sem reflexão e a ROE verdadeira, as perdas resultantes da reflexão constam da Tabela 9.2.

TABELA 9.2

Perdas na Linha em Função da ROE Verdadeira

ROE verdadeira	Perdas da linha sem ondas estacionárias (dB)					
	0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
1,0:1	0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
1,5:1	0	0,5	1,0	2,1	3,1	4,15
2,0:1	0	0,6	1,2	2,3	3,4	4,4
3,0:1	0	0,8	1,5	2,9	4,0	5,2
4,0:1	0	1,0	1,9	3,2	4,5	5,7

Pergunta: Por que frisou ROE verdadeira?

Resposta: Numa linha de transmissão com perdas, a energia refletida aparente é sempre inferior à verdadeira por causa das perdas ôhmicas, de dielétrico e de radiação sofridas na linha de transmissão durante sua ida e volta, que reduzem o valor indicado como refletido.

Pergunta: Como se pode transformar a ROE medida (aparente) em ROE verdadeira?

Resposta: Conhecidas as perdas da linha de transmissão, os valores mais comuns de ROE verdadeira podem ser encontrados na Tabela 9.3.

TABELA 9.3

ROE Verdadeira calculada em Função das Perdas de Linha

ROE medida	Perdas da linha sem ondas estacionárias (dB) 0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
1,0:1	1,0:1	1,0:1	1,0:1	1,0:1	1,0:1	1,0:1
1,5:1	1,5:1	1,5:1	1,6:1	1,8:1	2,2:1	2,9:1
2,0:1	2,0:1	2,2:1	2,5:1	3,2:1	4,9:1	
2,5:1	2,5:1	2,8:1	3,3:1	5,0:1		
3,0:1	3,0:1	3,5:1	4,3:1			
4,0:1	4,0:1	5,0:1	7,0:1			

Pergunta: É possível fazer uma tabela que indique as perdas aumentadas da linha de transmissão com base diretamente na ROE medida?

Resposta: Exatamente. A resultante das duas tabelas anteriores é a Tabela 9.4.

TABELA 9.4

Perdas da Linha em Função da ROE Medida

ROE medida	Perdas da linha sem ondas estacionárias (dB) 0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
1,0:1	0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
1,5:1	0	0,5	1,0	2,35	4,2	5,2
2,0:1	0	0,64	1,55	3,3		
3,0:1	0	0,85	1,95			
4,0:1	0	1,2	2,7			

Pergunta: O uso das Tabelas 9.2, 9.3 e 9.4 pressupõe que eu conheça

as perdas de minha linha de transmissão. Como fazer se não tenho um amperímetro de RF?

Resposta: O próprio refletômetro pode ser utilizado para medir as perdas de sua linha de transmissão. Basta pôr o outro extremo da linha em curto-circuito, juntando o condutor central à malha do condutor externo do cabo. Quando o extremo oposto da linha de transmissão está ligado em curto-circuito, a potência refletida indicada pelo medidor de ROE é igual à potência transmitida menos as perdas da ida e da volta. Tratando-se de potência, a atenuação medida (ida e volta), em decibéis, seria:

$$a = 20 \log \frac{E_t - E_r}{E_t + E_r} = 20 \log \frac{1 - E_r/E_t}{1 + E_r/E_t} ,$$

$$\text{ou seja: } a = 20 \log \frac{ROE - 1}{ROE + 1} \quad (dB)$$

Conseqüentemente, somente num sentido,

$$a = 10 \log \frac{E_t - E_r}{E_t + E_r} , \text{ ou seja: } a = 10 \log \frac{ROE - 1}{ROE + 1} \quad (dB)$$

Exemplo: no centro da escala, com ROE = 3, a atenuação do cabo num só sentido é de:

$$10 \log \frac{3 - 1}{3 + 1} = 10 \log \frac{2}{4} = 10 \log 0{,}5 = 3{,}01 \text{ dB}$$

Por meio das fórmulas acima, pode-se calibrar a escala inteira do refletômetro para perdas em decibéis (ver Item 9.3, Fig. 9.3)[1].

Pergunta: Por meio de um cabo coaxial grosso e de melhor qualidade, consegui reduzir em meu sistema irradiante de HF as perdas da linha de transmissão a 1 dB e, através do ajuste da antena, a ROE caiu a 1,5:1,0. O que devo fazer agora?

Resposta: Uma relação de ondas estacionárias com medida de 1,5:1, com uma perda de linha de apenas 1 dB, não aumenta essas perdas, e nem se pode perceber qualquer diferença na intensidade de seus sinais causada pela redução de 4% na energia transferida ao sistema irradiante. Desde que o mínimo de ROE ocorra no centro da faixa de freqüências na qual se deseja operar (o que significa a antena estar ressonando no centro da faixa de freqüência de

1. Para saber mais sobre a medição de perdas em linhas de transmissão, ver o Item 8.1.

operação), deve-se deixar o sistema como está, pois qualquer trabalho adicional não trará melhorias perceptíveis.

Pergunta: Na linha de minha antena de VHF, colocada no topo do mastro, tendo em vista a potência de transmissão menor, utilizei cabo fino tipo RG58. O refletômetro indica uma ROE de 1,5:1; todavia, a medição de perdas indica, na freqüência de operação, uma perda de 4 dB. O que devo fazer?

Resposta: Você tem no cabo, conforme a Tabela 9.4, uma perda efetiva de 5,2 dB, além da perda de 4% devido ao descasamento de carga, ou seja, de 0,2 dB, totalizando 5,4 dB. Isto diz que, de uma potência de 10 W entregues ao cabo coaxial, só chegam à antena 2,9 W. Trate de substituir seu cabo fino por um RG213U ou RG8A e ajuste sua antena para chegar a uma ROE entre 1:1 e 1:1,2. Desta forma, você chegará facilmente a uma perda total de 2 dB, irradiando 6,3 W. Se operar com potência maior que 60 W, compensará até usar um cabo grosso com espuma monocelular de polietileno, com o qual levará até 90% da potência gerada ao seu sistema irradiante. Como você vê, a influência das perdas do cabo coaxial é muito maior do que a diferença entre ROE = 1,5:1 e ROE = 1:1, sendo que as últimas só influem na prática quando as perdas do cabo já forem elevadas, acima de 2 dB.

9.3 Como Aumentar a Utilidade de seu Refletômetro

A decisão de proceder à modificação de um refletômetro partiu de uma série de considerações que, embora difíceis de serem apresentadas em seqüência rigorosamente lógica, podem ser enumeradas sem ordem de prioridade como segue:

a. a maioria dos transceptores atuais tem, por motivo de economia de custo e de espaço, um só medidor, com o respectivo comutador;

b. por motivos de segurança, convém utilizar esse instrumento embutido, em caráter quase permanente, para indicar a corrente de placa ou de coletor do estágio final do transmissor, pois, para este fim, não é conveniente usar instrumento externo;

c. para indicar a potência de saída, podem ser utilizados, fora do instrumento embutido: amperímetro de RF avulso; medidor embutido no amplificador linear; medidor embutido no *transmatch*; refletômetro, em posição "transmitida" ou "direta";

d. em muitos casos, não há amperímetro de RF disponível, e, especialmente em operações móveis e portáteis, também não há amplificador linear ou *transmatch*. Todavia, um pequeno refletômetro geralmente se encontra no

acervo de equipamento auxiliar que acompanha todos os passos do radioamador;

e. ao fazer ajustes no sistema irradiante, a necessidade de comutar o medidor de estacionárias de posição transmitida para refletida e vice-versa representa inconveniente;

f. ao usar um só instrumento no refletômetro, o valor transmitido é medido com a agulha em movimento para a direita, ao passo que o valor refletido é medido com a agulha em movimento para a esquerda. Por esse motivo, somam-se eventuais erros de indicação. Ao se ajustar a indicação transmitida, o potenciômetro deve ir um pouco além do ponto certo para a agulha chegar à deflexão plena, e ao mudar o comutador de transmitida para refletida, a agulha, ao cair, pode parar um pouco antes do valor certo, isto é, acima da indicação correta. Isso se deve à existência de fricção ou sujeira nos mancais da bobina móvel. O efeito das duas pequenas diferenças de sentido oposto causa uma indicação de estacionárias mais alta do que a real; nesse caso é preciso dar umas pancadinhas no instrumento para poder efetuar a leitura do valor exato. Quando o sistema empregado faz as duas agulhas se movimentarem no mesmo sentido, as eventuais diferenças, em vez de se somarem, se compensam, quando não totalmente, ao menos, em parte;

g. ao transmitir, muitos amadores querem acompanhar, com um olhar rápido, a tensão transmitida e também a tensão eventualmente refletida, sem tirar as mãos dos controles do transceptor e do microfone;

h. nos refletômetros mais difundidos entre nós e, também, nos Estados Unidos, que são os de marcas Lafayette, Archer, Hansen, Swan etc, a posição do instrumento é horizontal, o que dificulta a leitura simultânea à distância ao se operar um transceptor;

i. muitas vezes o amador deseja conhecer as perdas de um cabo coaxial - novo ou usado -, em sua freqüência de transmissão, sem ter de efetuar cálculos; por isso achará sumamente útil um instrumento de leitura direta que indique as perdas diretamente em decibéis;

j. na posição de repouso do instrumento, a anteninha telescópica, destinada a captar a irradiação para o medidor do valor relativo de intensidade de campo, fica em posição horizontal, quando deveria manter-se, logicamente, em posição vertical.

Foi principalmente pelos motivos acima expostos que o autor procedeu à modificação de seu antigo refletômetro e conseguiu atingir todos os seus objetivos. Os únicos materiais empregados foram um microamperímetro de 0-100 μA CC, um potenciômetro duplo de 10 kΩ (logarítmico) e um capacitor

de bloqueio de RF em paralelo com o novo instrumento. Os materiais que sobraram (retirados do refletômetro original) foram o comutador de dois circuitos e o potenciômetro simples de 10 kΩ (logarítmico).

9.3.1 Alterações mecânicas

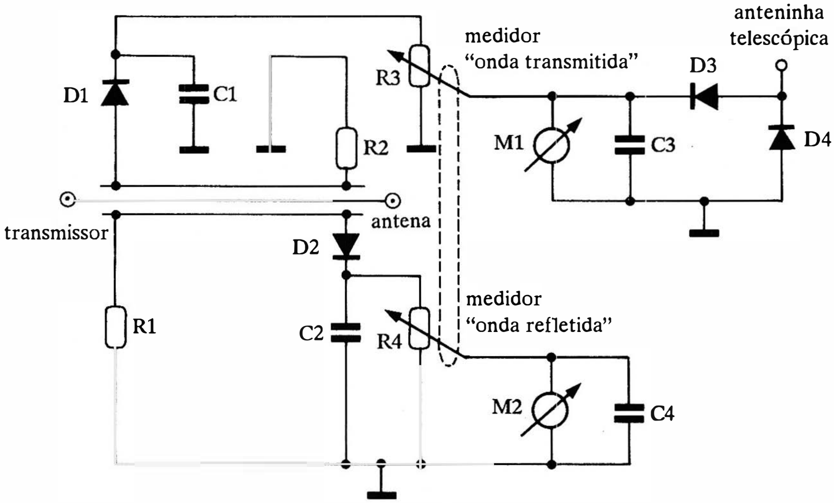


Fig. 9.2 Diagrama esquemático do refletômetro modificado.

Lista de Material

Diodos

D1 a D4: 1N34, 1N60, ou equivalente

Resistores

R1, R2: 150 Ω, 1/2 W, 10%

R3, R4: 10 kΩ, potenciômetro logarítmico duplo

Diversos

C1 a C4: 0,001 μF, cerâmico de disco

M1, M2: Microamperímetro, 0-100 μA CC

A Fig. 9.3 dá uma idéia clara da facilidade com que se pode efetuar a modificação. O instrumento acrescentado, por ser de tamanho ligeiramente maior, foi usado para a tensão transmitida e ficou em posição inclinada, para facilidade de leitura durante a operação do transceptor. O instrumento original, continuando em sua posição primitiva, fica destinado a indicar a tensão refletida, bem como as perdas do cabo coaxial.

A abertura retangular destinada ao movimento do botão do comutador foi fechada por meio de fita isolante plástica preta, colada à chapa com adesivo epóxi. No furo central desse botão foi colocada a base isolada da anteninha telescópica do medidor de intensidade relativa de campo.

Para acrescentar a escala de perdas[2] dos cabos coaxiais ao indicador da tensão refletida, levantamos o visor plástico transparente e desenhamos a segunda escala como se vê na Fig. 9.3.

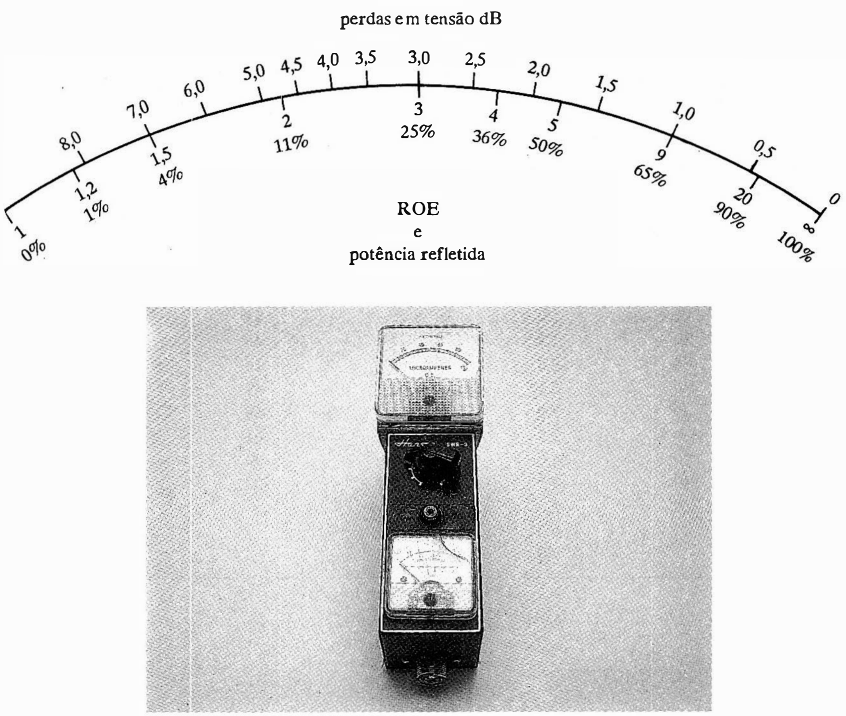


Fig. 9.3 Escala complementada do refletômetro

9.3.2 Utilização e considerações finais

A medição das perdas é muito simples: colocamos em curto-circuito a outra extremidade do cabo sob medição, ligamos o transmissor com potência baixa na freqüência em que desejamos conhecer as perdas no cabo, ajustamos

2. Para o cálculo da escala de perdas, ver o Item 9.2.

o indicador da tensão transmitida para a deflexão total e fazemos a leitura na escala de dB do outro instrumento (ver Fig. 9.3).

O aparelho modificado já está em uso há muitos anos e satisfez plenamente o que dele razoavelmente se esperava. Em lugar de um instrumento de uso ocasional, ele se tornou parceiro inseparável do transceptor e presta serviços ininterruptamente sem exigir mais atenção que um eventual ajuste do potenciômetro quando há interesse no valor exato da ROE.

TABELA 9.5

Pontos de Referência em Função da Porcentagem da Escala

ROE	% da escala	Perdas de cabo dB	% da escala	Potências refletidas (%)	% da escala
∞	100	0	100	1	10
19:1	90	0,5	89	4	20
9:1	80	1,0	79	11	33
5,67:1	70	1,5	71	25	50
4:1	60	2,0	63	36	60
3:1	50	2,5	56	49	70
2,33:1	40	3,0	50	64	80
1,86:1	30	3,5	45	81	90
1,5:1	20	4,0	40	90	95
1,22:1	10	4,5	35	100	100
1:1	0	5,0	32		
		6,0	25		
		7,0	20		

9.3.3 Alterações elétricas

A alteração no circuito elétrico é muito simples. O potenciômetro duplo é colocado em lugar do potenciômetro simples, sendo o extremo final de um ligado ao diodo da tensão transmitida, e do outro ao diodo da tensão refletida. O cursor do primeiro fica ligado ao instrumento da tensão transmitida e o do segundo ao instrumento da tensão refletida. O outro extremo dos dois instrumentos, bem como o extremo inicial dos dois potenciômetros ficam ligados à terra. A ligação do medidor de intensidade de campo continua inalterada.

Alguns instrumentos têm um resistor de 30 Ω entre o potenciômetro e a massa, que pode ser eliminado para não interferir com a operação.

Ligamos a saída de antena em curto-circuito e verificamos se os dois instrumentos apresentam a deflexão total, quando a tensão refletida é igual à

transmitida. No caso de haver diferença na sensibilidade dos instrumentos, ela pode ser compensada por meio de um resistor *shunt* ligado em paralelo com o instrumento de maior sensibilidade, de valor adequado para que as duas indicações fiquem iguais.

9.4 Medidor de Potência de Saída

Assim que o radioamador montar as cargas não-reativas de 50 Ω, o passo seguinte é procurar utilizá-las também para a medição de potência de saída.

É natural que, possuindo refletômetro, ele procure utilizá-lo como indicador da potência, tanto em conjunto com a carga não-irradiante, quanto em conjunto com antenas irradiantes, que ele sabe apresentarem resistência de radiação de 50 Ω.

Para a calibração dos valores da potência, o radioamador pode emprestar um Bird 43 ou similar.

Há, porém, dois pontos importantes a considerar. A posição do potenciômetro do refletômetro deve ser exatamente reproduzível para a medição. Se houver qualquer dúvida quanto à reprodutibilidade, deve-se utilizar, para fins de medição de potência, um divisor resistivo fixo de tensão, para o qual poderermos comutar do potenciômetro por meio de uma chave H. O outro ponto é que a sensibilidade do refletômetro depende muito da freqüência; assim sendo, deve ser feita calibração diferente para cada banda na qual pretendemos utilizá-lo como wattímetro.

9.5 Um Provador de Transistores

Costuma-se dizer que, no ramo de peças para automóveis, as que se encontrarem dentro das tolerâncias param nas linhas de montagem das montadoras, e as que estão fora das tolerâncias param nas lojas revendedoras de peças de reposição. Não é de estranhar. Seria demais esperar que os fabricantes de peças inutilizassem as unidades devolvidas pelas fábricas, quando podem encontrar para elas mercado que não dispõe de meios de controle de qualidade.

Em outros ramos industriais, e especialmente na indústria de componentes eletrônicos, ocorrem fenômenos similares. Nos tempos em que os receptores de televisão eram equipados com válvulas, os fabricantes enviavam para as montadoras as válvulas de saída horizontal que se encontravam com os parâmetros os mais próximos dos nominais (proporcionando ampla reserva de ajuste de largura, além da necessária), ao passo que as válvulas cujas caracte-

rísticas técnicas se encontravam abaixo da média eram destinadas ao mercado de reposição. Visto que a dispersão em transcondutância raramente ultrapassava 10% do valor central, mesmo as válvulas vendidas no mercado de reposição preenchiam suas funções, desde que o controle de largura do televisor fosse ajustado para a posição máxima.

Com o advento dos transistores, a situação piorou consideravelmente. Até nos tipos comuns, o h_{FE} não fica só 10% abaixo dos dados do manual, mas 80%, 90% e até 95% abaixo deste valor. Somente para citar um exemplo, eu precisava, para o meu receptor portátil, de um par casado AC187/AC188 - conforme o catálogo dos fabricantes, o h_{FE} desses transistores deve estar entre 100 e 500 -, então mandei comprá-lo; quando testei eles tinham h_{FE} de 15 e de 10. Obviamente o receptor apresentou com eles distorção insuportável, uma vez que, para ter volume suficiente, o estágio excitador teve de ser operado muito além de seu limite de linearidade. No dia seguinte, mandei comprar outro par casado, em outra loja, e os resultados não foram melhores. Resolvi então ir ao fundo do problema: em um sábado de manhã, fui à "rua da Eletrônica"[3], levei comigo um provador de transistores emprestado, e no balcão de uma "loja amiga" testei todos os transistores que lá havia nos referidos tipos. O resultado foi inacreditável. Embora o h_{FE} pelo catálogo devesse ser de, no mínimo, 100, em todo o estoque da loja não havia um só transistor com h_{FE} acima de 15! No fim, o dono da loja até se desculpou por não ter encontrado uma só unidade que se aproximasse das especificações do fabricante. Ele não tinha culpa alguma, pois só vendeu o "peixe" como o recebeu do seu fornecedor. Para terminar a história do meu receptor, pedi a amigos residentes em Frankfurt-am-Main, na Alemanha, que comprassem e me enviassem o par casado de que necessitava. Mencionei-lhes que os transistores deveriam ter h_{FE} mínimo de 100. A própria loja, quando lhes entregou os transistores, mediu-os e anotou que tinham h_{FE} de 100, e quando chegaram, eu mesmo os verifiquei. O receptor ficou uma beleza, com bom volume, sem distorção.

Histórias similares devem ter ocorrido com muitos radioamadores que compraram transistores para montagem, ou para reposição em seus equipamentos. Muitas vezes o amador tem a impressão de ter cometido algum erro na montagem ou de ter feito diagnóstico errado do defeito encontrado. É bom lembrar, nesses casos, que o motivo do insucesso pode ser o novo semicondutor que muitas vezes mereceria ser considerado "lixo".

O que fazer nessas circunstâncias? As lojas de componentes eletrônicos costumam exibir avisos: "Não Trocamos Semicondutores". Nos antigos tem-

3. Pseudônimo da rua Santa Efigênia, que se localiza no centro de São Paulo (N. da E).

pos das válvulas, muitas lojas tinham sobre seu balcão testes de válvulas, com os quais o comprador podia verificar a emissão da válvula que ia comprar, da mesma forma como se testam hoje as lâmpadas na prateleira dos supermercados.

Poderíamos recomendar aos radioamadores para somente comprarem transistores em lojas que disponham, em seu balcão, de teste de transistores, para permitir que o comprador saiba o que está comprando. Infelizmente, desconhecemos uma só loja que tenha, no balcão, teste de transistores à disposição da clientela.

Visto não podermos prever se as pessoas que compram transistores conseguirão algum dia forçar as lojas a testarem os transistores na hora da compra (o que seria obrigação delas, uma vez que não aceitam devoluções de semicondutores), a única solução imediata que encontrei foi a de montar o meu próprio teste de transistores, alimentado por pilhas embutidas, que levo agora comigo sempre que tenho que comprar um transistor na "rua da Eletrônica".

Para que um só aparelho atenda a todas as necessidades, medindo transistores (inclusive os de efeito de campo), diodos, retificadores controláveis de silício (SCR) e *triacs*, escolhi o modelo mais universal da atualidade (na classe de preço acessível a radioamadores), que é o modelo IT-3120 da Heathkit. Ele mede h_{FE} de 1 até 5 000 em cinco escalas, correntes de fuga I_{ceo}, I_{ces}, I_{cb}, I_{dss} e I_{gss} também em cinco escalas, e sua exatidão em todas as medições é melhor que ±2%.

9.5.1 Descrição do circuito

O medidor (um microamperímetro de 100 μA) é protegido contra tensões superiores a 0,6 V mediante um diodo de silício tipo 1N4002, ligado em paralelo (catodo ligado ao terminal negativo, anodo ligado ao terminal positivo do instrumento). Esse diodo não é crítico; qualquer outro tipo similar serve para a finalidade.

Os semicondutores sob teste estão protegidos contra a oscilação por meio de dois capacitores de cerâmica - disco - de 0,005 μF, ligados entre base e emissor e entre emissor e coletor.

No aparelho são utilizadas duas pilhas comuns tamanho D. Para testar as pilhas (uma de cada vez), o microamperímetro é transformado em voltímetro através da ligação em série de um resistor de 10 kΩ, 0,5 W, ±5%, utilizando como carga um resistor de 1,5 Ω, 1,5 W (ou alternativamente, três resistores de 4,7 Ω, 0,5 W em paralelo), que é colocada em paralelo com a pilha, por um curto período, conforme pode ser visto na Fig. 9.4.

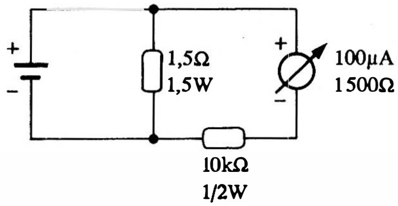


Fig. 9.4 Um resistor de 10 kΩ , 0,5 W, e outro de 1,5 Ω, 1,5 W, transformam o microamperímetro em voltímetro para verificar o estado das pilhas do aparelho.

A medição de h_{FE} (β) é feita em três etapas. Na primeira etapa (β é igual a infinito), compensa-se a resistência do circuito coletor-emissor (R_x) e o resistor de carga de coletor, de 10 kΩ, ajustando o medidor para indicar zero, conforme a Fig. 9.5. (Os resistores representados por tracejado são selecionados em função das correntes correspondentes indicadas na Fig. 9.5).

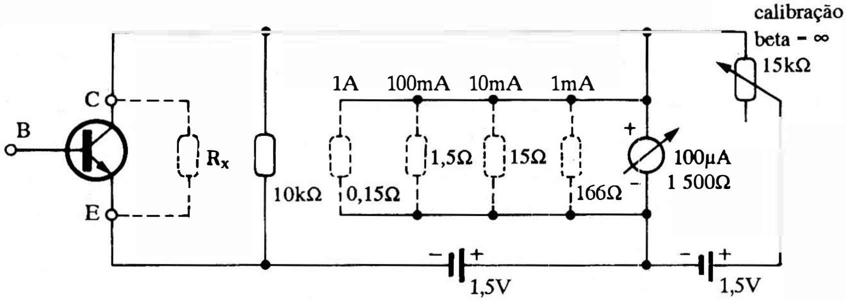


Fig. 9.5 Circuito utilizado na primeira etapa da medida h_{FE}. O potenciômetro de 15 kΩ é ajustado de tal forma que o ponteiro do medidor apresente deflexão zero.

Na segunda etapa, faz-se circular na base uma corrente para resultar em deflexão total no microamperímetro, conforme mostrado na Fig. 9.6.

Na terceira etapa, o microamperímetro e o resistor de 1,5 kΩ são intercambiados, o que permite a leitura direta do h_{FE} (β), como se vê na Fig. 9.7.

Na medição das correntes de fuga, o microamperímetro (com o eventual resistor de derivação - *shunt* - em paralelo no caso de correntes maiores) é ligado em série com uma pilha de 1,5 V e com os eletrodos sob medição, como segue:

- I_{CBO} é medido entre coletor e base, com o emissor em aberto;
- I_{CES} é medido entre o coletor, de um lado, e do outro lado, o emissor e

a base ligados em paralelo;

• I_{CEO} é medido entre coletor e emissor, com a base em aberto.

A medição dos transistores de efeito de campo é feita de forma análoga aos transistores comuns. Na primeira etapa, ajustamos a deflexão total (Gm = 0) num circuito ponte, mostrado na Fig. 9.8.

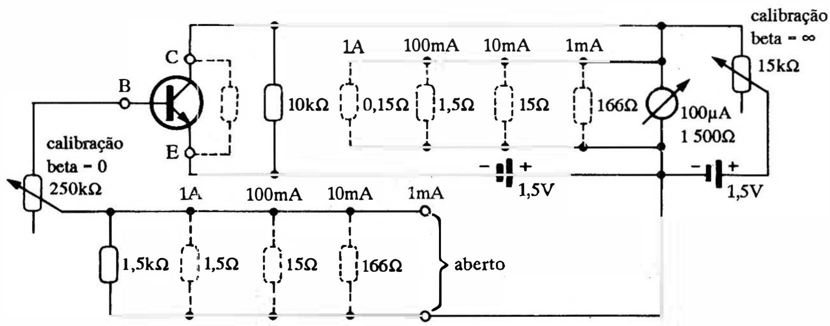


Fig. 9.6 Na segunda etapa, a base do transistor sob teste é polarizada de modo que o ponteiro indique deflexão total.

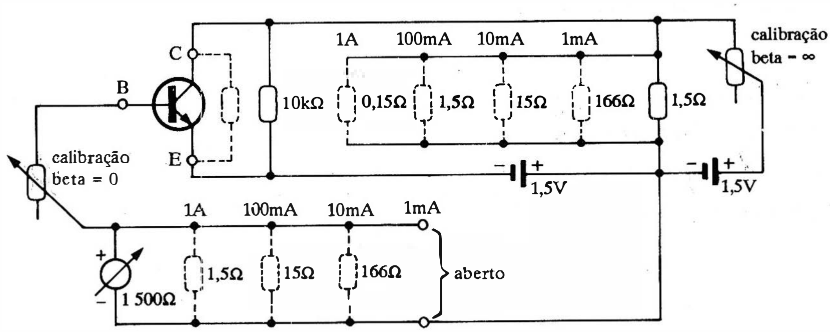


Fig. 9.7 Na terceira etapa, o h_{FE} pode ser medido diretamente trocando-se as posições do resistor de 1,5 KΩ e do microamperímetro.

Na segunda etapa, os eletrodos dreno e supridouro do transistor de efeito de campo são ligados ao circuito equilibrado. Quanto maior a resistência entre supridouro e dreno tanto mais a indicação se aproximará da deflexão total anterior (ver Fig. 9.9).

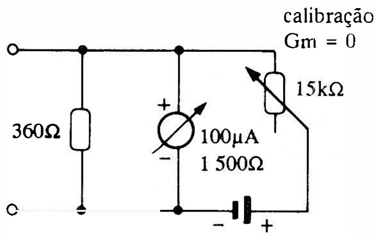


Fig. 9.8 Circuito empregado para medir a transcondutância (Gm) de transistores de efeito de campo.

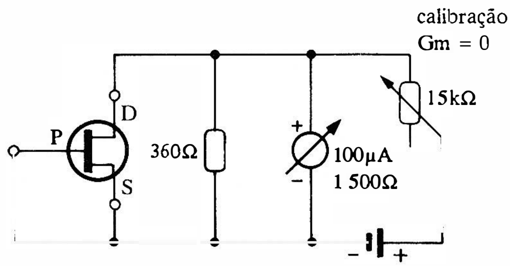


Fig. 9.9 Com o transistor de efeito de campo inserido no circuito, a resistência entre supridouro e dreno determina e deflexão do microamperímetro.

Na terceira etapa, aplica-se uma polarização inversa à porta, que deve provocar uma redução considerável no valor de Gm (ver Fig. 9.10).

Quando o transistor de efeito de campo for de porta dupla, faz-se uma segunda medição aplicando a polarização negativa na segunda porta.

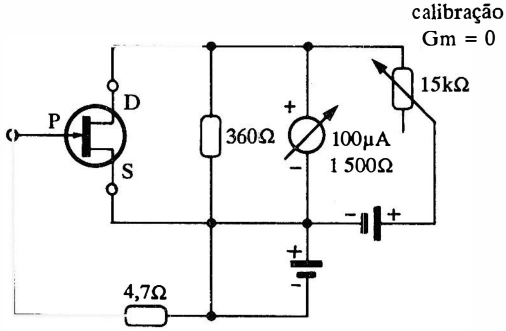


Fig. 9.10 Com a porta polarizada inversamente, a medida de Gm diminui.

A medição das correntes de fuga é feita com o mesmo circuito empregado para os transistores comuns.

O valor I_{gss} é medido entre a porta, de um lado, e o dreno e o supridouro, juntos, do outro lado; o valor I_{dss} é medido entre o dreno, de um lado, e o supridouro e a porta, juntos, do outro.

Como os leitores devem ter observado, todas as medições se referiram a transistores npn e a transistores de efeito de campo de canal N.

Ao medir transistores pnp e transistores de efeito de campo de canal P, invertem-se simplesmente as polaridades das pilhas e do microamperímetro.

No caso do teste de diodos, a corrente de condução é medida na escala de 1 A (ou 100 mA), e a corrente de fuga inversa na escala de 100 µA.

Os diagramas esquemáticos que acompanham este item são suficientes para que os leitores possam compreender as medições efetuadas e, com alguma experiência, possam construir um medidor simples, adequado às necessidades do radioamador.

Hoje em dia, possuir um provador de transistores é uma necessidade. O método de simples substituição de transistor não é conclusivo, pelos motivos expostos no início deste item. O instrumento descrito já me tirou muitas dúvidas e até me permitiu reutilizar transistores de minha sucata, recuperando o custo do aparelho em pouco tempo.

Para terminar, não posso deixar de mencionar um inconveniente do aparelho. Quando me encontro no balcão das lojas, testando transistores para comprar, todos os clientes, ao entrar na loja, sem exceção, perguntam ao balconista: ''Quanto custa o teste de transistores?''

9.6 Ressonímetro de Mergulho (*Dipmeter*)

O ressonímetro de mergulho (*dipmeter*) é um dos instrumentos mais úteis de uma estação de radioamador. Além de indicar a freqüência de ressonância de circuitos e de antenas, também serve como transmissor miniatura para testar a sensibilidade de receptores e a diretividade de recepção de antenas.

Na Fig. 9.11 é apresentado um *dipmeter* simples, em que é utilizado um único FET MPF 102. Com este transistor, o *dipmeter* alcança 150 MHz. Para os trabalhos de até 500 MHz, deve ser utilizado o FET 2N4416 ou similar.

Os valores dos capacitores constantes do diagrama da Fig. 9.11 permitem uso de até 50 MHz. Para as freqüências mais elevadas, os valores dos capacitores devem ser correspondentemente reduzidos e o reator substituído por um de VHF/UHF, com menor capacitância entre as espiras.

Os indutores (bobinas) devem ser preparados em número suficiente para

dar cobertura, em excesso, em cada faixa de medição. A calibração das escalas deve ser feita com um receptor. Com alimentação desligada, o instrumento passará a funcionar como indicador de campo de RF sintonizado. (WM = *wave meter*).

Uma vez calibrado o *dipmeter*, ele também serve para medir capacitâncias (com indutor conhecido) e indutâncias (com capacitor conhecido).

Uma versão mais elaborada do *dipmeter* utiliza um transistor como oscilador e um FET como detetor (ver Fig. 9.12).

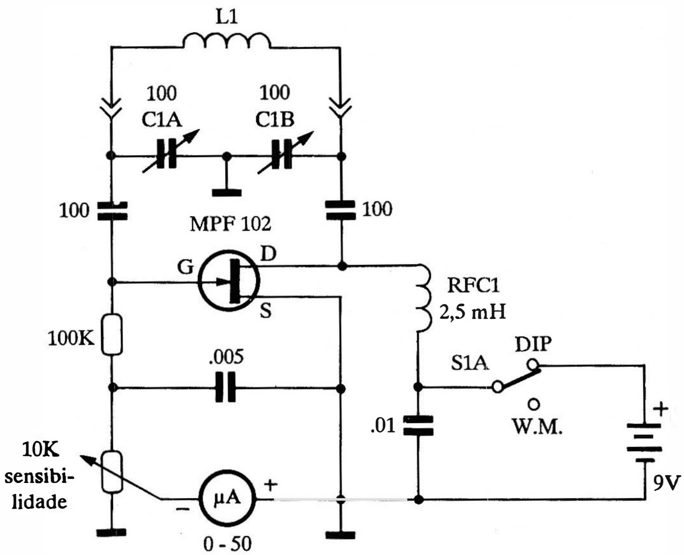


Fig. 9.11 Circuito esquemático de um *dipmeter* simples.

9.7 Sintonizador do Acoplador (*Tuner-tuner*)

O *tuner-tuner* permite o ajuste do acoplador (*transmatch*) com a antena sem transmitir. Ele consta, em princípio, de um gerador de ruído e de uma ponte que compara a impedância apresentada pelo *transmatch* ao transceptor com um resistor puramente ôhmico, de 51 Ω. Como detetor, serve o próprio receptor (ver Fig. 9.13).

Seu uso é muito simples. Liga-se o *transmatch* entre a antena e o transceptor, liga-se o *tuner-tuner* e ajusta-se o *transmatch* até que o ruído na freqüência de operação seja o mínimo.

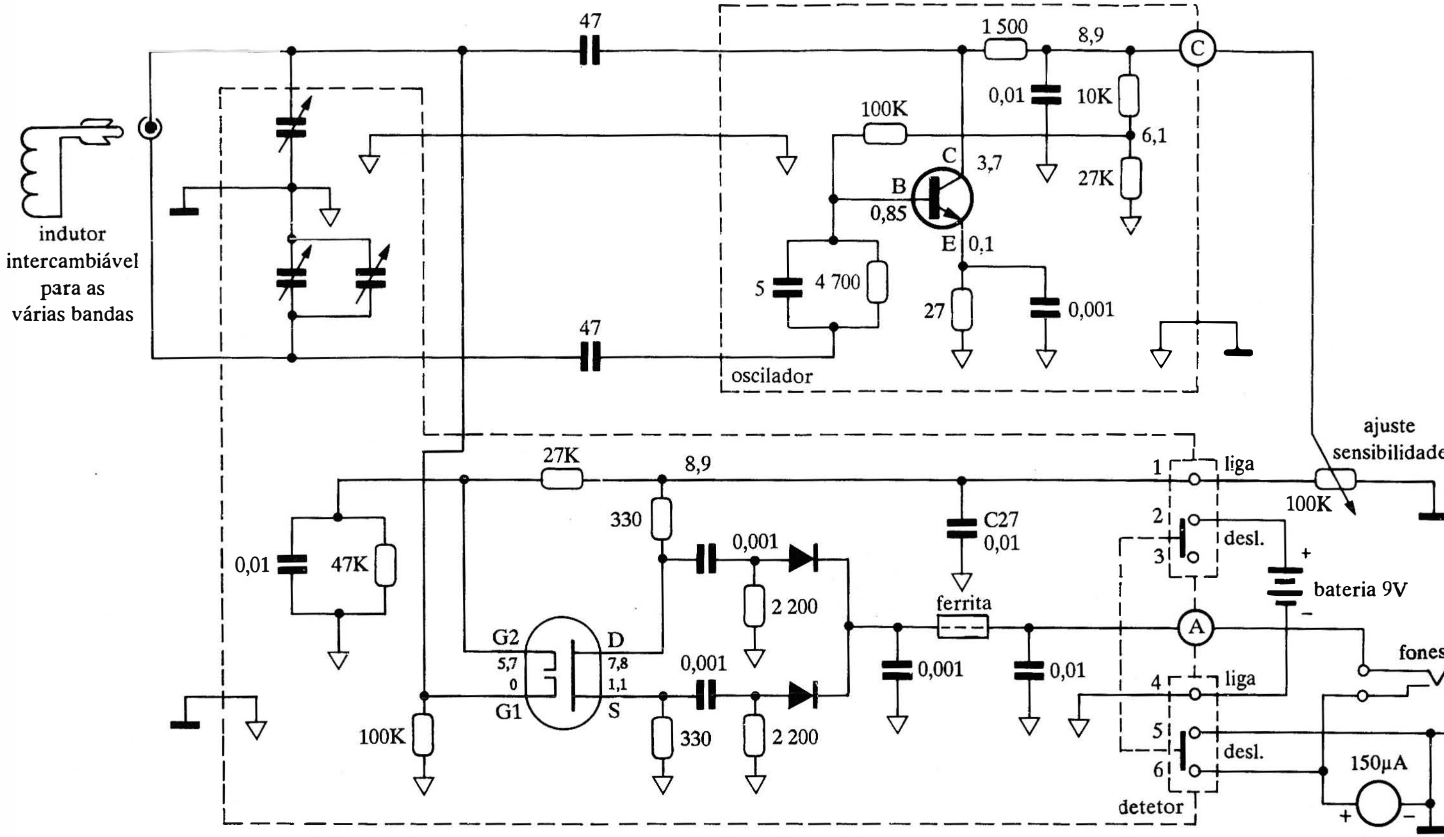


Fig. 9.12 O *dipmeter* modelo HD-1 250 da Heathkit.

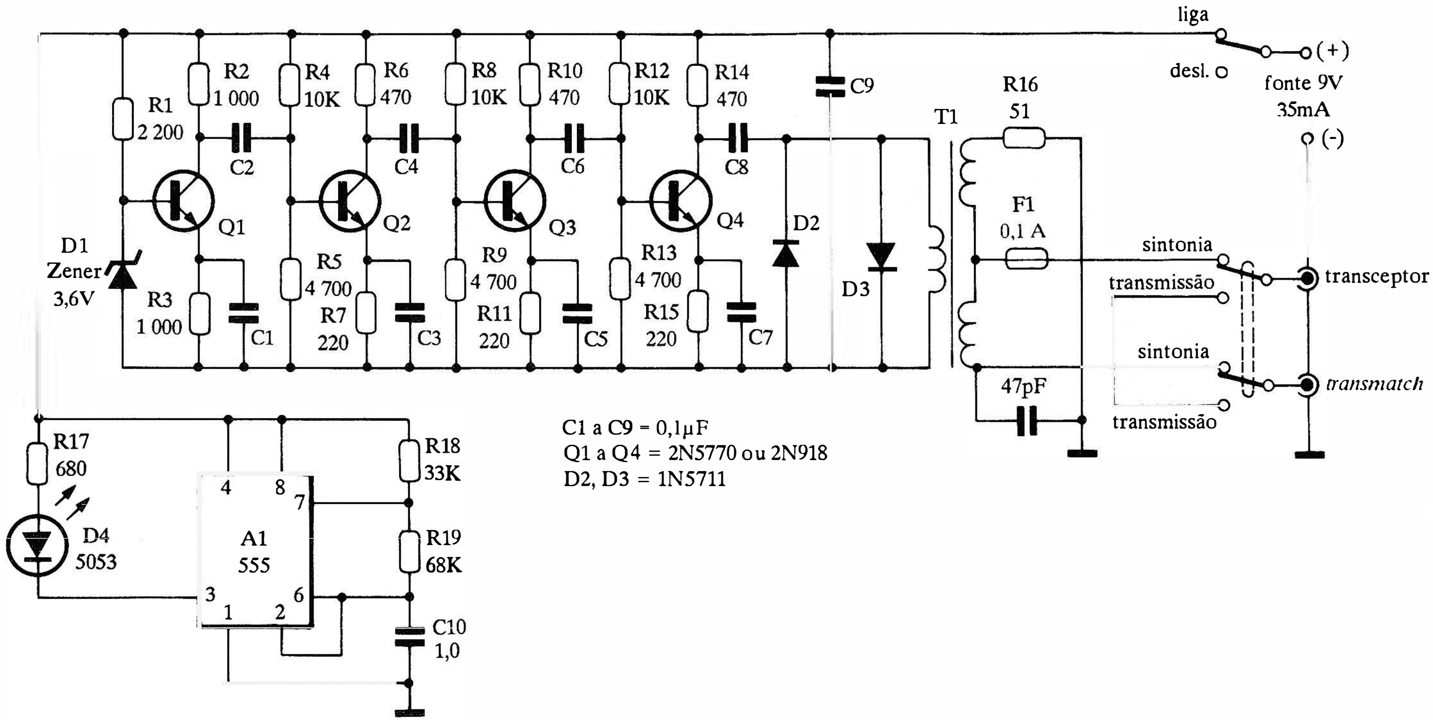


Fig. 9.13 O *tuner-tuner* PT-340 da Palomar Engineers.

É óbvio que jamais se pode transmitir através do *tuner-tuner*. Assim que terminar o ajuste do *transmatch*, passa-se a comutadora S1 da posição sintonia para a posição transmissão. O esquecimento da mudança custa a vida do fusível F1, de 100 mA. O *tuner-tuner* foi projetado para uso entre 1,6 e 30 MHz.

9.8 Ponte R-X de Radiofreqüência

Do *tuner-tuner* à ponte R-X de radiofreqüência é apenas um passo. A diferença é que, enquanto no caso do *tuner-tuner* nós ajustamos o *transmatch*, no caso da ponte R-X ajustamos a ponte, na qual podemos efetuar a leitura.

A alteração construtiva consta de substituição do resistor fixo de 51 Ω por um conjunto de capacitor variável de 10-250 pF (com rotor ligado à terra) e de um potenciômetro linear de carvão, de 250 Ω (suspenso da terra e longe do chassi), bem como pela inserção de um capacitor de 120 pF na linha do objeto medido, que permite utilizar o mesmo conjunto para medir reatância indutiva, ficando a medição de resistências puramente ôhmicas aproximadamente no centro da escala do capacitor variável de 10-250 pF (variação 240 pF).

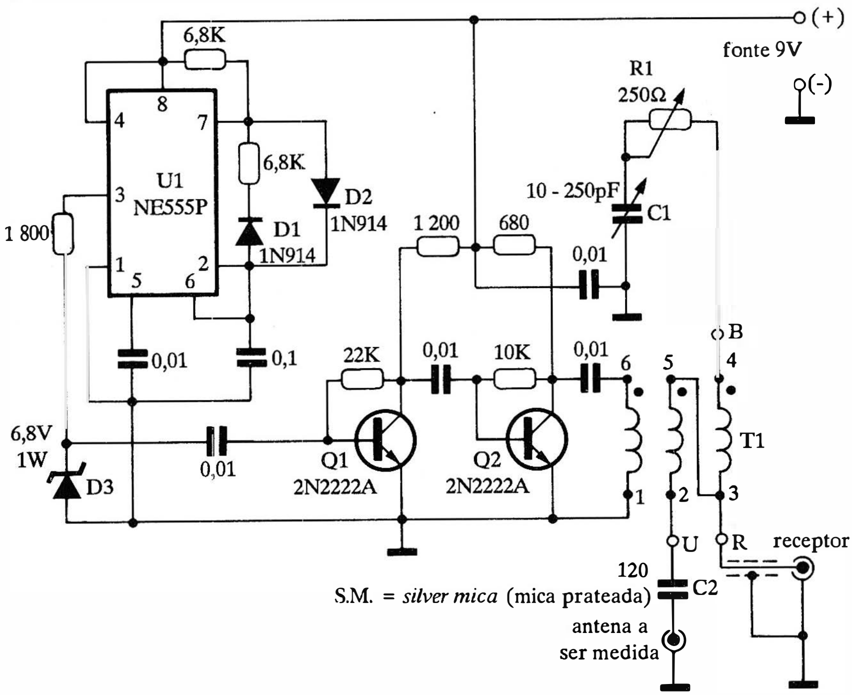


Fig. 9.14 Circuito elétrico da ponto R-X de radiofreqüência.

Pode-se incorporar também um circuito integrado NE555P, destinado a modular o ruído com uma freqüência de áudio de aproximadamente 1 000 Hz, para aproveitar, ao máximo, a acuidade auditiva do ouvido humano, ao procurar o mínimo de ruído.

Quem não estiver satisfeito com a exatidão das pontes R-X, do nível de classe para os radioamadores, pode melhorá-las para o padrão de quase laboratório, conforme artigo de John Grebenkemper, KI6WZ, na edição de agosto de 1989 da *QST*.

10. VÁLVULAS TRANSMISSORAS

10.1 O que o Radioamador Deve Saber sobre Válvulas Transmissoras?

Apesar da grande penetração do estado sólido nos equipamentos de radioamador, mais de 99% dos amplificadores lineares de ondas decamétricas, vendidos pelo mundo, ainda utilizam válvulas transmissoras (os de estado sólido ainda têm um volume de venda muito limitado).

O mundo das válvulas transmissoras deve muito aos radioamadores. A fábrica de válvulas transmissoras, que é considerada hoje a maior do mundo, foi fundada por dois radioamadores norte-americanos: William W. Eitel, W6UF, e Jack McCullogh, W6CHE, cuja fusão de nomes resultou na marca Eimac. Em 1932, tentaram montar um transmissor de alta potência para contatar em 20 m estações DX que eles ouviram na Califórnia. Para a sua grande surpresa, descobriram que a tensão de 1 000 V, que era a máxima que a sua fonte era capaz de fornecer, era insuficiente para operar as válvulas, aliás caríssimas, que adquiriram. Assim tomaram emprestado uma quantia modesta e em 1934 fundaram sua própria fábrica, produzindo, inicialmente, o triodo 150T, com apenas três empregados.

Mesmo hoje, radioamadores não estão ausentes da fábrica. Entre seus vice-presidentes se encontra William I. Orr, W6SAI, um dos grandes *experts* de âmbito mundial em antenas para radioamadores e autor de mais de cem artigos técnicos e de numerosos livros destinados a semear conhecimentos. Ele foi também um dos participantes-chave do lançamento do primeiro satélite OSCAR, em 12 de dezembro de 1961, às 20:42 h UTC, na base aérea Vandenberg, na Califórnia, de carona com o satélite Discoverer XXXVI.

Voltando ao assunto das válvulas transmissoras, temos de observar que uma das maiores preocupações do radioamador é o custo de reposição das válvulas transmissoras utilizadas em seus equipamentos, especialmente nos amplificadores lineares de ondas decamétricas (HF). Para diminuir as preocupações, nada melhor do que conhecer de perto a construção e as condições de operação das válvulas transmissoras.

Este item apresentará vários métodos que visam ao prolongamento da vida de válvulas transmissoras, mas, em grau ainda maior, ele tratará das medidas necessárias para evitar seu encurtamento. Embora no serviço de radioamador se utilizem, quase exclusivamente, válvulas resfriadas por radiação, por convecção natural, por ar forçado, ou, excepcionalmente, por condução térmica (como no triodo 8 873 da Eimac), aproveitamos esta oportunidade para dar aos radioamadores uma perspectiva mais ampla, incluindo também, para sermos completos, os aspectos referentes às válvulas resfriadas a água e a vapor, especialmente visando aos radioamadores que profissionalmente trabalham com válvulas transmissoras.

O que pode encurtar a vida das válvulas transmissoras?

Desde que operadas dentro dos parâmetros indicados pelo fabricante, os fatores mais significativos, sem consideração por ordem de importância, são: resfriamento insuficiente, tensão de filamento que varia fora dos limites, choques de corrente ao ligar a válvula e aplicação prematura da tensão de placa.

10.1.1 Resfriamento

Durante a operação da válvula, o calor gerado pelo filamento e pela dissipação do anodo e das grades deve ser removido de forma que a temperatura de equilíbrio (calorias removidas = calorias geradas) não exceda a temperatura de superfície externa estipulada para as condições de operação adotadas. Por sinal, o fator determinante do limite de dissipação de uma válvula transmissora é exatamente a sua temperatura máxima de superfície externa. Assim sendo, excesso de resfriamento nunca poderá ser prejudicial e, em caso de dúvida, dever-se-á optar sempre a favor do maior, jamais arriscar resfriamento insuficiente.

Conhecemos hoje cinco tipos de resfriamento de válvulas transmissoras que descreveremos a seguir:

a. Resfriamento por radiação e convecção natural

Esse tipo de resfriamento é usual para as válvulas de potência baixa; especialmente para os tipos antigos que apresentam superfície grande em

relação à potência dissipada. Nesse caso, a única precaução deve ser um arranjo aberto que não impeça a livre circulação de ar. Quando se operam, todavia, em freqüências e/ou potências mais elevadas, os mesmos tipos de válvulas podem necessitar de circulação forçada, dirigida em primeiro lugar à selagem da saída de placa e, quando a base do tubo for de vidro, também sobre este, e se for possível, sobre o resto do bulbo.

b. Resfriamento por ar forçado

Esse sistema está sendo utilizado na grande maioria dos estágios de potência dos transceptores e amplificadores lineares modernos.

O volume de ar por unidade de tempo depende da temperatura de entrada de ar (ambiente) e da altitude sobre o nível do mar (densidade do ar). Um exemplo típico de inter-relação está apresentado na Fig. 10.1.

q = vazão de ar em metros cúbicos por minuto;
t_0 = temperatura de saída do ar em °C;
t_i = temperatura de entrada do ar em °C;
h = altitude sobre o nível do mar, em metros.

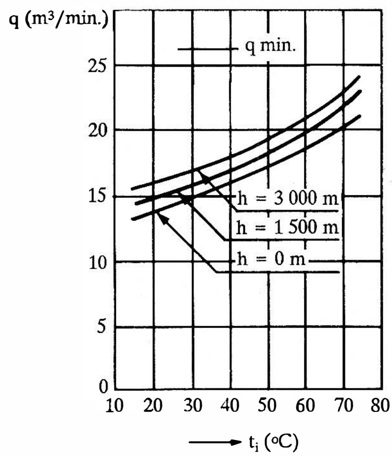


Fig.10.1 Volume necessário de ar por minuto em função da temperatura de entrada e da altitude.

Para um dado sistema de dissipação aplicado a uma válvula, a pressão de ar necessária varia com a vazão do ar exigido, conforme se vê no exemplo da Fig. 10.2.

P_i= pressão de entrada do ar em centímetros de coluna de água;
q = vazão em metros cúbicos por minuto;

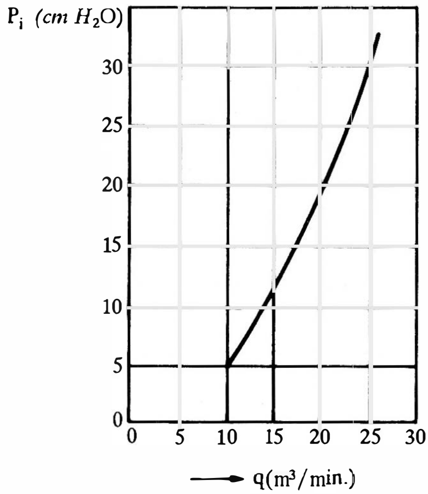


Fig.10.2 Inter-relação entre pressão e vazão de ar em um certo tipo de triodo de potência. Este gráfico permite determinar a pressão e a capacidade de vazão do turbocompressor ou ventilador necessário.

Com essa vazão de ar estipulado, a temperatura de saída de ar dependerá da temperatura de entrada e da altitude, conforme se vê no exemplo da Fig. 10.3.

t_o = temperatura de saída do ar em °C;
t_i = temperatura de entrada do ar em °C;
h = altitude sobre o nível do mar, em metros.

Como regra simples, para as condições tropicais e subtropicais, podemos estabelecer que um aumento da temperatura ambiente de 25 para 35°C resultará em necessidade de 15% a mais na vazão do ar, e um aumento de 25 para 45°C resultará em necessidade de 35% a mais.

Podemos observar, com base no gráfico da Fig. 10.3, a importância de impedir a mistura do ar expelido, de temperatura elevada, ao ar do ambiente que o sistema respira, a fim de evitar o aumento desnecessário de t_i.

O fabricante do transceptor e do amplificador linear geralmente prevê

para as válvulas utilizadas em seu equipamento o resfriamento necessário para as condições reinantes na grande maioria das prováveis estações usuárias.

Quais são os cuidados que o radioamador usuário deve tomar?

Manter o caminho do ar sempre desimpedido; limpar freqüentemente os eventuais filtros e telas de entrada, destinados a impedir a sucção de insetos. Limpar com regularidade as eventuais aletas de resfriamento da válvula, atravessando com ar comprimido as passagens de ar. Cuidar para que o eventual pressostato de entrada de ar bem como eventual termostato de saída funcionem perfeitamente; eles constituem a proteção mais importante contra uma morte súbita das válvulas de potência elevada.

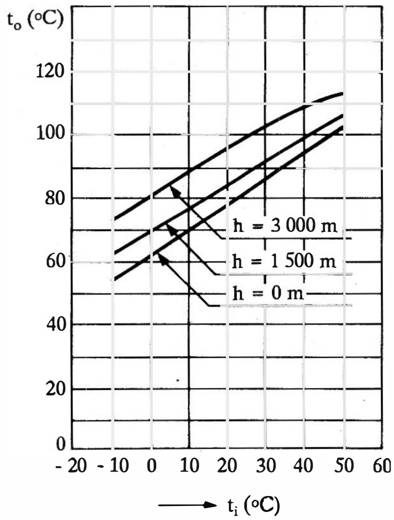


Fig.10.3 Temperatura de saída do ar em um tipo de triodo de potência, em função da temperatura de entrada e da altitude. Este gráfico permite o ajuste do termostato de segurança de saída de ar, quando houver.

c. Resfriamento por água

Esse sistema, largamente utilizado no passado, em válvulas de altas potências, tem sido cada vez menos usado, devido às complicações de operação que veremos em seguida. Assim, somente abordaremos os seus aspectos principais.

A vazão de água necessária para triodos é de:

$$q = 14{,}4 \times \frac{W_a}{t_o - t_i}$$

e para tetrodos e pentodos:

$$q = 14{,}4 \times \frac{W_a + Vg_2 \, . \, Ig_2 + Vg_3 \, . \, Ig_3}{t_o - t_i}, \text{ onde:}$$

q = vazão de água em litros por minuto;
Wa = dissipação de placa em W;
Vg_2 = tensão da grade 2 em V;
Ig_2 = corrente da grade 2 em A;
Vg_3 = tensão da grade 3 (no caso de pentodos) em V;
Ig_3 = corrente da grade 3 (no caso de pentodos) em A;
t_o = temperatura de saída da água em °C;
t_i = temperatura de entrada da água em °C.

Quais são as precauções que devem ser tomadas com as válvulas resfriadas à água?

Para evitar prejuízos com uma deflagração interna de faísca nas válvulas, o circuito de placa de todas as válvulas resfriadas água deve conter um resistor de 50 Ω. Se o anodo da válvula não for aterrado, a entrada e a saída da água devem ser mantidas bem isoladas eletricamente. Para evitar corrosão eletrolítica, convém utilizar alvo de metal eletrolítico em cada conector de água. Para prevenir depósitos minerais na placa que reduziria a eficiência de resfriamento, recomenda-se usar água destilada ou deionizada. Pode-se usar também circuito fechado com intercambiador de calor secundário. Se o circuito de resfriamento da válvula (em caso de tipos antigos) contém ferro ou zinco, a corrosão ou erosão pode ser evitada adicionando-se a cada litro de água 1 ml de solução de 15% de hidrato de hidrazina. O coeficiente pH da água deve ser mantido entre 7 e 9. A temperatura da água circulada não deverá exceder a 65°C para água destilada e 50°C para água natural desmineralizada. O ideal é deixá-la resfriar entre 30 e 40°C antes de recircular. Mesmo com anodo resfriado a água, os terminais de grade e filamento podem necessitar de resfriamento de ar forçado.

d. Resfriamento a vapor

Esse sistema, que somente é utilizado em transmissores de altíssima potência, faz uso do fato de que a transformação de 1 l de água, a 100°C, em vapor retira do ambiente 539 kcal.

O resfriamento a vapor é capaz de remover três vezes mais calor do que o resfriamento à água (300 W/cm² da superfície interna do anodo contra 100

W/cm^2), necessitando somente de uma vigésima parte da vazão de água; devido à ação termossifão, dispensa bomba de água, tornando o resfriamento totalmente silencioso. O vapor produzido fica condensado em condensador externo (a ar ou a água) e é reconduzido à válvula em forma de liquido.

O uso desse sistema exige a substituição periódica da água e a simultânea limpeza interna para eliminação de impurezas.

e. Resfriamento por condução térmica

Embora ainda pouco empregado em equipamento de radioamador, devemos mencionar o resfriamento por condução térmica, que utiliza dissipador de calor acoplado ao anodo da válvula. Como elemento acoplador, usa-se óxido de berílio, que isola como cerâmica e conduz calor como metal. Sua condutividade térmica ultrapassa a do alumínio e chega a 62% da do cobre.

O exemplo clássico de utilização de resfriamento por condução térmica, no serviço de radioamador, foi o amplificador linear da Heathkit, modelo SB-230, lançado nos meados da década de 70. Ele usa a válvula 8 873 da Eimac, com tensão de placa relativamente baixa, com ganho tão elevado que, em lugar de circuito sintonizado em cada banda, bastaria ter um resistor ôhmico na entrada, e, mesmo assim, 100 W seriam suficientes para a excitação total, com eficiência entre 59 e 66% conforme a banda.

Embora o seu dissipador ficasse muito quente - depois de algum tempo de uso - e não pudesse ser tocado com a mão, não oferecia perigo de encurtamento da vida da válvula, pelos numerosos dispositivos de proteção incorporados no amplificador, entre eles: um relé de tempo de aquecimento que só ligava o relé da linha PTT um minuto depois de ligado o filamento; uma chave termostática montada no dissipador que desligava a mesma linha PTT com excesso de temperatura; um outro relé que era destinado a desligar a alimentação da rede elétrica quando a corrente fornecida pela fonte de alimentação apresentasse sobrecarga por motivo de qualquer defeito; e finalmente, um fusível na linha de catodo para proteger a válvula contra excesso de excitação.

Resfriamento de válvula por condução térmica encontra atualmente sua maior aplicação em aeronaves e navios, onde a superfície externa do veículo representa um dissipador de calor infinito, mantendo a temperatura do dissipador em níveis consideravelmente mais baixos.

10.1.2 Tensão de filamento

a. Válvulas com catodo e filamento separados (aquecimento indireto)

As válvulas de baixa potência freqüentemente contêm catodo separado do filamento. Esse arranjo oferece várias vantagens, como veremos a seguir:

Todos os pontos da superfície emissora têm o mesmo potencial.

A corrente alternada utilizada para o aquecimento interno do catodo não participa da operação da válvula, pois não altera o potencial em ponto algum do catodo.

Dentro do limite de ruptura intereletrodos, a tensão do catodo pode ser escolhida livremente, independente do potencial do filamento.

As válvulas com aquecimento indireto utilizam filamento aquecedor de tungstênio puro, a tensão do filamento pode variar entre -10 e + 10% do seu valor nominal. Dentro desses limites, a vida da válvula varia inversamente com aproximadamente a décima quarta potência da tensão. Com uma tensão 10% inferior, a vida da válvula aumenta 4,37 vezes (ver Tabela 10.1). Assim, a redução da tensão de filamento é sempre recomendável quando não houver necessidade de utilizar a potência total da válvula. Ela oferecerá uma "segunda vida" à válvula pelo motivo exposto abaixo.

A redução de tensão do filamento limitará a emissão de elétrons à parte central do catodo que atinge temperatura mais alta. Quando essa parte emissora de elétrons se esgotar, bastará aumentar um pouco a tensão do filamento, no máximo até seu valor nominal, para ativar as partes externas do catodo, até então não utilizadas. Por outro lado, o aumento da tensão do filamento, além do seu valor nominal, abrevia sua vida não só devido à evaporação prematura da camada emissora do catodo, mas também pela deposição do material evaporado em locais não desejáveis.

b. Válvulas com filamento de aquecimento direto

As válvulas com aquecimento indireto estão limitadas em potência, devido à possibilidade de transferência de calor do filamento para o cilindro do catodo. Assim, em válvulas de maior potência, o próprio filamento deve funcionar como eletrodo emissor de elétrons.

c. Válvulas com filamento de tungstênio puro

Desde antigos tempos, os filamentos das válvulas transmissoras eram fabricados de tungstênio puro (na nomenclatura européia, essas válvulas têm o A como segunda letra). O cuidado a ser tomado com essas válvulas é, como no caso das válvulas de catodos e filamentos separados, o de não exceder a tensão nominal de filamento. Por outro lado, utilizando-se tensão de filamento inferior à nominal (desde que não se necessite da potência total da válvula) estender-

se-á sua vida, aproximadamente, e dentro de limites, em proporção à décima quarta potência da proporção de redução da tensão de filamento.

A Tabela 10.1 indica a duração média de válvulas equipadas com catodo de aquecimento indireto ou com filamento de tungstênio puro, com a variação da tensão de filamento, considerando a vida com a tensão nominal igual à unidade (100%).

TABELA 10.1

Variação da Vida da Válvula em Função da Variação da Tensão de Filamento

Tensão nominal %	Vida média %	Tensão nominal %	Vida média %
90	437	101	87
91	374	102	76
92	321	103	66
93	276	104	58
94	238	105	50
95	205	106	44
96	177	107	39
97	153	108	34
98	133	109	30
99	115	110	26
100	100		

d. Válvulas com filamento de tungstênio toriado

Hoje em dia, a grande maioria das válvulas transmissoras utilizadas em amplificadores lineares contêm filamento de tungstênio toriado. Na nomenclatura européia, essas válvulas podem ser identificadas por ter o B como segunda letra do tipo.

O filamento dessas válvulas no qual 1,5% de óxido de tório é adicionado ao tungstênio, trazendo à superfície tório metálico é processado e aquecido na presença de hidrocarbonetos para produzir uma camada grossa de carbureto de ditungstênio na superfície, e aumentando a emissão aproximadamente 1 000 vezes. Sua vida torna-se proporcional ao grau de carburização e também

depende da sua temperatura de operação. Na medida em que é usado, o filamento se descarburiza gradualmente, devido à evaporação do carbono, até perder sua capacidade de emitir elétrons.

A maioria dos fabricantes de válvulas transmissoras, com filamento de tungstênio toriado, recomenda manter a tensão de filamento dentro dos limites de ± 1% de seu valor nominal, para obter o máximo de sua duração.

Por que é necessária essa exatidão?

Quando a tensão de filamento for superior ao limite citado, a emissão de elétrons fica acelerada e o filamento descarburiza mais rapidamente, encurtando a vida da válvula. Quando se opera abaixo do limite inferior, surge o perigo de contaminação do filamento insuficientemente aquecido por íons de gás remanescentes na válvula ou liberados de outros eletrodos por ocasião de sobrecargas incidentais que provocam altas temperaturas. Essa contaminação tende a exaurir a camada de carbureto na superfície do filamento.

Para equipamentos dotados com válvulas transmissoras, com filamento de tungstênio toriado, é recomendável utilizar um regulador automático de tensão, possivelmente do tipo saturação, para manter todos os parâmetros de operação das válvulas inalterados a longo prazo.

e. Válvulas com catodo de óxido

Essas válvulas, reconhecidas na nomenclatura européia pela letra C em segunda posição, devem seguir as mesmas regras de controle de filamento que as válvulas com filamento de tungstênio toriado. Qualquer tensão superior provoca evaporação anormal do filamento, e tensão inferior resulta em distribuição desigual da emissão ao longo do filamento.

Para os radioamadores mais adiantados, podemos indicar como se determina a tensão ideal de filamento de uma válvula conjugado com um determinado equipamento. Instalam-se medidores de corrente de placa, e/ou de potência de saída e/ou de distorção, e gradualmente se reduz a tensão de filamento até que se observe qualquer deterioração nos parâmetros citados. A tensão ideal de operação fica um ponto acima do início da deterioração. A experiência deverá ser repetida em 12 a 24 horas para se ter certeza de que a emissão é estável e estacionária.

10.1.3 Choques de corrente ao ligar a válvula

Como se sabe, a resistência do filamento em seu estado frio é de aproximadamente uma sétima parte de sua resistência em estado de operação normal. Isto significa que, sendo a resistência interna do transformador de

filamento baixa, a corrente de surto pode chegar a quase sete vezes o valor da corrente de operação do filamento. Essa corrente elevada sobrecarrega a estrutura do filamento e também provoca um forte campo magnético. Esse campo, em válvulas grandes, pode ser suficiente para entortar o filamento e a grade de controle, resultando em curto-circuito entre os dois.

Quanto ao efeito prejudicial desses surtos de corrente, mesmo se não resultarem em curto-circuito interno, basta citar que um fabricante europeu de válvulas recomenda não desligar as válvulas se a interrupção na operação não for superior a duas horas. Isto significa, em outras palavras, que cada um desses surtos de corrente, resultantes da ligação da válvula, equivale à diminuição de sua vida em duas horas.

A amplitude do surto de corrente de filamento, ao se ligar a válvula, pode ser determinada com a ajuda de um osciloscópio. O limite seguro é de três vezes a corrente nominal. Nunca deve ser excedido o valor de seis vezes a corrente nominal de operação. Ao se ligar o filamento, geralmente decorre um período de cinco segundos até a corrente descer ao seu valor normal. Na prática do radioamador, esses surtos de corrente representam uma diminuição de vida apreciável das válvulas.

O que se pode fazer para evitar esses surtos prejudiciais?

Antes de tudo, nos amplificadores lineares que não têm interruptor *stand by*, deve-se intercalar um no cabo PTT que vem do transceptor. Depois, ao invés de ligar, de uma vez, o transformador de filamento à rede, poder-se-á fazê-lo gradualmente, através de um reostato ou transformador variável, fazendo seu percurso de zero ao total entre dois e quatro segundos. Esse sistema não é novo, como os radioamadores antigos devem se lembrar dos tempos pioneiros do radioamadorismo. O autor utiliza um reostato de 300 Ω 300 W em série com os 220 V da rede para ativar seu amplificador linear, com movimento manual. Pode-se, também, ligar um resistor em série com o transformador de filamento que limite a tensão do filamento a aproximadamente 70% de seu valor nominal durante três a cinco segundos, após o que o resistor fica em curto-circuito por meio de um relé de tempo automático. Utiliza-se, também, em lugar do interruptor de filamento, um comutador de três posições, ou seja, desligado, ligado através do resistor citado no item anterior e ligado direto. Neste caso, o próprio operador deixa o comutador em sua segunda posição, de três a cinco segundos.

10.1.4 Retardo ao aplicar a tensão de placa

Somente pode ser acionado o PTT e aplicada a tensão de placa sobre as

válvulas após o catodo ter atingido sua temperatura de operação. Nas válvulas equipadas com filamento de tungstênio ou tungstênio toriado, esse tempo é de quinze segundos. Todavia, válvulas que usam catodos de óxido necessitam de um minuto de aquecimento antes da aplicação da tensão de placa. Quando está sendo instalada uma válvula nova, ou uma que foi armazenada por muito tempo, não pode ser aplicada a tensão de placa antes de decorridos quinze minutos.

11. VHF

11.1 VHF: A História Fascinante de uma Invenção Secular

A sigla VHF, denominação popular de ondas métricas, representa o segmento do espectro de ondas eletromagnéticas compreendidas entre 30 MHz (*exclusive*) e 300 MHz (*inclusive*).

Visto que a utilização de VHF só se tornou popular entre os radioamadores brasileiros na década de 70, poucos radioamadores vão acreditar que sua tecnologia é mais antiga do que a das ondas médias e curtas.

De fato, Heinrich Hertz, em 1884, já gerava ondas de 100 MHz com seu transmissor de faísca, com a entrefaísca ligada a um dipolo terminado com dois discos de metal, representando carga capacitiva. O receptor, a 9 m de distância, era um *loop* ressonante de uma espira, entre cujo entreferro pulava faísca cada vez que o transmissor de 100 MHz era acionado. Mais tarde, em 1894, Lodge substituiu o *loop* por um coesor de Branly, com o qual conseguiu aumentar o alcance do transmissor de VHF de Hertz à distância de 30 m.

Os primeiros experimentadores de rádio operaram, por acaso, em freqüências elevadas. Visto que os circuitos acoplados aos geradores de faísca eram pequenos, eles inerentemente ressonaram em freqüências elevadas. Na Itália, Righi gerou ondas de 1 000 MHz em 1890, outros inventores italianos chegaram a 3 000 MHz, e na Índia, na virada do século, Bhose já trabalhou com microondas e com guias de ondas primitivas. Obviamente, a medição das freqüências, através dos comprimentos de onda correspondentes, foi efetuada por meio de linhas Lecher, inventadas em 1889. Marconi iniciou seus trabalhos de rádio em 1895 com 150 MHz, na banda de 2 m, e até utilizou refletor parabólico para concentrar o feixe e aumentar o alcance, antes do fim do século

XIX. Todos chegaram à conclusão de que, para aumentar o alcance, deveriam utilizar comprimentos de onda maiores. Assim, a tecnologia VHF ficou hibernando durante vinte anos.

Coube aos radioamadores o mérito de ressuscitar o VHF. No número de outubro de 1924 da *QST*, órgão oficial da ARRL, o editor técnico publicou o primeiro artigo com os detalhes de construção de um transmissor de 5 m (60 MHz), utilizando como oscilador uma válvula C-302, da qual retirou a base para reduzir a capacitância intereletrodos. Os radioamadores o copiaram utilizando válvulas tipo 45 e 71A de sucata.

A revista *QST* deu grande impulso às freqüências acima de 30 MHz. Na edição de julho de 1931, o editor técnico Jim Lamb publicou um artigo de onze páginas sobre os osciladores de UHF, chegando com as válvulas da época a 600 MHz (50 cm), com circuitos Barkhausen-Kurz e tecnologia Gill-Morrell. No mesmo número, o editor técnico assistente Ross Hall publicou um receptor super-regenerativo de três válvulas para 60 MHz (5 m), que era, na época, a banda de radioamador correspondente à nossa faixa atual de 50 MHz (6 m). No número seguinte, em agosto, Ross Hall, que foi um dos grandes pioneiros de VHF, publicou um transceptor com duas válvulas 71A em *push-pull*, modulados em AM por duas válvulas 47, ligadas em paralelo. Ele conseguiu operação *duplex* entre duas estações, utilizando 56 MHz de um lado e 60 MHz do outro.

Nas três décadas que se seguiram, o VHF era só objeto de experiência de poucos experimentadores, mas, na década de 60, a indústria eletrônica especializada em equipamento de radiocomunicação profissional teve que procurar sucessor ao sistema de modulação AM que dominou até então as comunicações em fonia.

A decisão sobre a modulação sucessora da AM foi diferente para ondas curtas e para VHF. Em ondas curtas, a opção recaiu sobre o SSB, ao qual os vários estudos atribuíram uma vantagem de 12 dB sobre AM. Em VHF, e contrariamente às comunicações aeronáuticas, que já estavam utilizando em escala mundial AM nas comunicações de fonia em VHF, a escolha recaiu sobre a FM de banda estreita (desvio de ± 7,5 kHz). Para fins de comparação, podemos lembrar que a radiodifusão em FM trabalha com banda larga (desvio de ± 75 kHz), enquanto os telefones sem cordão trabalham com FM superestreita (desvio de ±3 kHz).

Para nós, radioamadores, é interessante mencionar que a primeira demonstração pública de modulação em freqüência, inventada e patenteada pelo major Edwin Howard Armstrong, em 1933, foi realizada da casa do radioamador C.R. (Randy) Runyon, W2AG, situada à North Broadway 544, em

Yonkers, até a sede do Institute of Radio Engineers (IRE), na rua 39, em Manhattan, na cidade de Nova Iorque.

A introdução de FM nas bandas de VHF de radioamadores conquistou os Estados Unidos na década de 60 e os países latino-americanos na década de 70, especialmente devido ao aparecimento de estações repetidoras que aumentaram o alcance além dos limites de visibilidade direta entre as duas estações em contato. Até meados da década de 70, os transceptores eram equipados com cristais avulsos, porém a freqüência sintetizada tomou conta rapidamente do mercado, seguida por *scanners*, memórias, subtons, chamadas seletivas codificadas e uma série sem fim de outros atrativos e de sofisticações de ordem técnica.

Inexiste sombra de dúvida de que o advento do VHF liberou o radioamador de seu *shack*, facilitou o seu contato com o mundo no carro, na rua, em excursões, viagens etc., devido às dimensões e ao peso reduzidos do equipamento e da antena, especialmente nos *handy-talkies* e transceptores de bolso de colete. Eles podem colocá-lo em contato com a rede telefônica e com o mundo, de qualquer lugar onde possa acionar sua repetidora com *autopatch*.

Para se comunicar com o mundo, o operador de VHF nem precisa recorrer ao sistema telefônico. Já temos em órbita microsatélites equipados com Packet Radio (PACSAT, LUSAT), que recebem a mensagem e retransmitem à estação destinatária em qualquer parte do mundo por onde eles passam. E mesmo sem satélite, o radioamador pode obter resultados semelhantes, equipando seu veículo com transceptor de VHF e a sua estação fixa com sistema de telecomando. Com isso ele poderá ligar do carro seu transceptor de HF, seu amplificador linear, sintonizar os dois para a freqüência em que deseja operar, girar a antena de ondas curtas para a direção desejada e estabelecer contatos de seu automóvel - com todas as conveniências de uma estação fixa bem equipada - em ondas curtas (ver Item 13.3).

A tecnologia de VHF, que foi descartada na virada do século por ser considerada de pouco alcance, tornou-se na última década do mesmo século não somente de alcance mundial, mas foi muito além, aonde as ondas curtas, médias e longas não mais puderam ser utilizadas. De fato, com a única exceção dos satélites amadores russos RS, todas as comunicações para fora de nosso planeta são efetuadas em VHF, UHF e SHF, como acontece, por exemplo, nos contatos com a sonda Pioneer, que já ultrapassou Plutão, o último planeta do sistema solar.

11.2 Planos de Banda: A Liberdade e seu Custo

Embora se trate de um princípio universalmente válido para o serviço de radioamador, é nas bandas de VHF e UHF que sua importância, sua influência e seus efeitos mais aparecem.

Esse princípio é o seguinte: tratando-se de um serviço de telecomunicação livre e experimental, não cabe ao poder público quer o direito quer a obrigação de definir canais de entrada e de saída de repetidoras, subfaixas para *transponders*, permitir ou proibir a operação em bandas cruzadas com repetidoras e com *transponders*, estipular decalagens-padrão, definir se uma repetidora deve ser de livre acesso ou de acesso restrito, determinar tons de sinalização, freqüência de subtons ou de tons instantâneos de abertura, estipular canais para comunicação direta ou canais nacionais ou regionais de chamada e/ou de emergência.

Essa liberdade de escolha de freqüências tem o seu custo: ela representa uma enorme responsabilidade para as ligas nacionais de radioamadores, no sentido de fazer divulgar, e também comunicar às autoridades competentes, seus planos de bandas antes que a corrida desordenada de implantação de repetidoras crie uma situação irreversível, às vezes impossibilitando a operação de satélites nas proximidades dos grandes centros onde as repetidoras estão localizadas.

A falta de orientação das autoridades, pelos radioamadores, pode trazer conseqüências lamentáveis: a Secretaria de Estado de Comunicações da Argentina, através da Resolução n. 1 163/74 designou para a Rede de Emergência Nacional, entre outras, a freqüência de 436 MHz, bem dentro da subfaixa do serviço satélite amador, entre 435 e 438 MHz.

Nos Estados Unidos, os planos de banda divulgados foram estabelecidos em base das recomendações do VHF/UHF Advisory Committee (VUAC), da ARRL, e, via de regra, estão sendo seguidos no mundo inteiro, desde que as extensões das bandas atribuídas ao serviço de radioamador, nos respectivos países, sejam idênticas às estadunidenses.

Qualquer omissão das ligas de radioamadores, em convencionar, estabelecer e divulgar seus planos de freqüência, pode levar a um caos de tal magnitude que necessite da intervenção do poder público. Foi isto o que aconteceu no Brasil em 1980, quando o poder público foi obrigado a intervir com a Instrução n. 05/80, impondo aos radioamadores o plano de banda recomendado pelo VUAC da ARRL. Tendo sido normalizada a situação, o poder público suspendeu sua intervenção, e a Instrução n. 02/90, em seu Capítulo 7 - "Repetidoras", meramente dá as definições e recomendações (ver

a expressão "em princípio" nos Itens 7.4.2 e 7.4.3.1) quanto à padronização de sinalização e das freqüências de entrada e saída de repetidoras.

Para orientação de nossos leitores, fornecemos abaixo os planos de freqüência das bandas de VHF, para uso nas três Américas, Caribe e ilhas do Pacífico sob jurisdição dos Estados Unidos:

11.2.1 Banda de 50,0 a 54,0 MHz

50,000-50,100	CW e emissões-piloto, como:
50,060-50,080	emissões-piloto[1] controladas automaticamente
50,100-50,600	SSB e AM (janela de DX entre 50,100 e 50,125)
50,600-51,000	modos especiais e experimentais, como:
	50,800-50,980 radiocontrole
51,000-51,100	janela DX para o Pacífico
51,100-52,000	FM *simplex*
52,000-52,050	janela DX para o Pacífico
52,050-54,000	repetidoras[2] e FM *simplex*

As freqüências específicas convencionadas nessa banda são as seguintes[3]:

50,110	chamada de DX em SSB
50,200	chamada nacional em SSB
50,400	chamada em AM
50,700	chamada em RTTY
51,700	Packet *simplex*
52,490	FM *simplex* nacional
52,510	FM *simplex* nacional
52,525	FM *simplex* nacional

11.2.2 Banda de 144,0 a 148,0 MHz

144,00-144,05	reflexão lunar (CW)
144,05-144,06	emissões-piloto

1. Ver as freqüências de emissões-piloto no Item 13.4.
2. Ver os pares de canais de repetidoras no Item 13.1.
3. Contatos de 6 m podem ser combinados previamente na freqüência convencionada de 28 885kHz (faixa de 10 m).

144,06-144,10 sinais débeis e CW
144,10-144,20 reflexão lunar e sinais débeis em SSB
144,20-144,30 SSB
144,30-144,50 satélites[4]
144,50-144,60 entrada de *transponder*
144,60-144,90 entrada de repetidoras, em FM
144,90-145,10 FM *simplex* e sinais débeis
145,10-145,20 saída de *transponder*
145,20-145,50 saída de repetidoras, em FM
145,50-145,80 modos experimentais
145,80-146,00 satélites
146,01-146,37 entrada de repetidoras
146,40-146,58 *simplex*
146,61-147,39 saída de repetidoras
147,42-147,57 *simplex*
147,60-147,99 entrada de repetidoras

As freqüências específicas convencionadas são as seguintes:

144,20 chamada nacional
145,01 packet (reservada para interconexão de redes de áreas locais); operações automáticas
145,03
145,05
145,07
145,09
} packet (operações automáticas, sem assistência de operador).

11.2.3 Banda de 220,0 a 225,0 MHz

220,00-220,05 reflexão lunar
220,05-220,06 emissões-piloto
220,06-220,10 sinais débeis e CW
220,10-220,50 sinais débeis, experimentais e conversação
220,50-221,90 experimental e radioenlace
221,90-222,00 banda de guarda para sinais débeis
222,00-222,05 reflexão lunar

4. Ver as freqüências de operação de satélites no Apêndice 12.

222,05-222,06	emissões-piloto
222,06-222,10	sinais débeis e CW
222,10-222,30	operações em geral (CW, SSB etc.)
222,34-223,38	entrada de repetidoras
223,38-223,90	*simplex* e saídas de repetidoras (opção local)
223,94-224,98	saída de repetidoras

Podemos verificar do plano acima que, devido à perda dos dois primeiros MHz da banda, seus principais usos são repetidos a partir de 222,00 MHz.

As freqüências específicas convencionadas são as seguintes:

220,10	chamada
220,55 220,65 220,75 220,85 220,95 221,01 221,03 221,05 221,07 221,09	packet
222,10	chamada
223,40	chamada packet *simplex* nacional
223,50	chamada FM *simplex* nacional

12. UHF

12.1 UHF: O Indicador de Evolução

UHF é a denominação popular das ondas decimétricas, isto é, da região do espectro compreendido entre 300 MHz (*exclusive*) e 3 GHz (inclusive). Dentro dessa gama, encontram-se as seguintes bandas destinadas ao serviço de radioamador:

- 430 a 440 MHz (banda de 70 cm)[1];
- 902 a 928 MHz (banda de 33 cm);
- 1 240 a 1 300 MHz (banda de 23 cm);
- 2 300 a 2 450 MHz (banda de 13 cm).

Com vistas ao exposto no Item 11.2, bem como considerando que, em numerosos países de línguas ibéricas, a banda de 70 cm foi reduzida de 420-450 para 430-440 MHz, impossibilitando a aplicação do plano da VUAC da ARRL. damos aqui um plano por nós sugerido para esses países:

430,00-431,90	uso geral, CW, SSB e enlaces
431,90-432,00	banda de guarda de sinais débeis
432,00-432,07	reflexão lunar
432,07-432,08	emissões-piloto
432,10-432,125	CW, SSB e sinais débeis

1. A esmagadora maioria dos trabalhos de radioamadores em UHF se executa na banda de 70 cm.

432,125-432,175 satélites[2]
432,175-432,40 CW, SSB e sinais débeis
432,40-433,00 emissões-piloto[3]
433,00-435,00 entrada de repetidoras[4]
435,00-438,00 satélites
438,00-440,00 saída de repetidoras

Como os leitores devem ter percebido, nos países onde a banda de 70 cm somente se estende de 430 a 440 MHz, não é possível acomodar ATV (ver Item 16.2) nesta banda. Essa afirmação é tão elementar, tão lógica e de tal bom senso que muitos leitores acharão até supérflua a sua menção, considerando mesmo desperdício de espaço e de papel. Afinal de contas, além de constituir um dos princípios básicos da engenharia de espectro - ciência destinada ao uso mais eficiente do espectro para conseguir os resultados desejados o mais economicamente possível -, desde o início das radiocomunicações mundiais, e ainda mais, no radioamadorismo, era, e é, uma diretriz fundamental dar proteção e prioridade a tipos de emissão de banda estreita e à comunicação por sinais débeis, em relação aos tipos de emissão de banda larga e/ou aos de potência elevada. E, neste caso, tratam-se de proporções de largura de faixa de 100 Hz (para CW) a 6 MHz (TV), e de relações de potência acima de dezenas de decibéis. Assim sendo, os leitores certamente não iriam acreditar que, em uma das maiores cidades da América Latina, uma estação ATV ocupou durante anos 6 dos 10 MHz de banda disponíveis, inclusive encobrindo totalmente a subfaixa destinada ao serviço satélite amador, apesar dos protestos dos radioamadores envolvidos em trabalhos de satélites, dos operadores com sinais débeis e dos mantenedores de repetidoras instaladas nas proximidades, tudo isto com o argumento de que inexistia dispositivo legal que proibisse ao radioamador transmitir na banda de 430-440 MHz com tipo de emissão 6M00F3F (ATV), pois a norma simplesmente estipulava F3F (antigo F5), sem fazer distinção entre 2K70F3F (SSTV) e 6M00F3F (ATV).

Como chegamos a essa situação? A explicação é muito simples. Na maioria dos países, por motivo de compatibilidade, a administração das telecomunicações adotou como modelo os regulamentos da FCC norte-americana. Acontece que nos Estados Unidos, a banda de 70 cm se estende de 420 a 450 MHz, deixando espaço para ATV. Isto não é o caso em muitos outros países,

2. Ver as freqüências de operação de satélites no Apêndice 12.
3. Ver as freqüências das emissões-piloto no Item 13.4.
4. Ver os pares de canais de repetidoras no Item 13.1.

inclusive nos de línguas ibéricas, porém os autores de seus regulamentos não lembravam deste detalhe.

O que fazer em tal situação?

Basta pedir às autoridades uma alteração no regulamento, no sentido de não ser permitida a utilização do tipo de emissão 6M00F3F, em freqüências atribuídas ao serviço de radioamador, abaixo de 902 MHz. Assim, a banda de freqüência mais baixa onde se poderá operar com ATV é a de 902 a 928 MHz, cujo plano de banda é o seguinte:

902,0-902,8	SSTV, FAX e ACSB (Amplitude Compandored Single Sideband)
902,8-903,0	CW e reflexão lunar
903,0-903,05	exclusivamente reflexão lunar
903,05-903,08	emissões-piloto em CW
903,1	freqüência de chamada geral em CW e SSB
903,4-903,6	entrada de *transponders* lineares de banda cruzada
903,6-903,8	saída de *transponders* lineares de banda cruzada
903,8-904,0	exclusiva para emissões-piloto experimentais
904,0-906,0	comunicações digitais
906,0-907,0	FM banda estreita (25 kHz) operação *simplex*
906,5	freqüência *simplex* nacional de chamada
907-910	entradas de repetidoras, com 119 canais, espaçados de 25 em 25 kHz
910-916	TV amador
916-918	comunicações digitais
918-919	radioenlace em FM de banda estreita, telecontrole e bases remotas
919-922	saídas de repetidoras, com 119 canais, espaçados de 25 em 25 kHz
922-928	TV amador, *spread spectrum* e outros tipos de emissão de banda larga

A utilização das duas bandas superiores de UHF, de 23 e 13 cm, já é freqüente nas comunicações por satélite. A subida do OSCAR-13 em modo L está em 1 269 MHz, a descida, em modo S em 2 400 MHz, no OSCAR-11 há um *beacon* em 2 401 MHz, e o futuro satélite francês, Arsène, terá descida em modo F em 2 446 MHz (ver Item 13.2).

Até uns dez anos atrás, a oferta de equipamentos para UHF era muito menor do que para VHF. Com a saturação do mercado de VHF, os fabricantes

japoneses já têm versão de UHF para quase todos os modelos de que dispõem em VHF, tanto no modo FM, como nos modelos *all-mode*.

Embora as potências disponíveis em UHF, via de regra, sejam inferiores às de VHF, esta circunstância é compensada pelo fato de que em UHF ganhos elevados de antena podem ser obtidos com dimensões moderadas, chegando, assim, à mesma potência ERP efetivamente irradiada, e a uma sensibilidade ainda maior, desde que a antena esteja dirigida com a exatidão necessária.

Houve uma época, na década de 50, em que a fronteira para a grande maioria dos adeptos do radioamadorismo era de 30 MHz. Na década de 60, ela subiu para 54 MHz. Na década de 70, esta fronteira subiu para 148 MHz. Na década de 80, para 440 MHz. Na década de 90, sem dúvida alguma, a fronteira fica na ordem dos gigahertz. É a evolução natural do radioamadorismo.

12.2 Iniciação Econômica em UHF

Para o radioamador que já possui equipamento de UHF basta uma antena e uma boa linha de transmissão para iniciar suas atividades. Quem não quer fazer investimento adicional, pode recorrer a triplicadores de freqüência, a conversores de UHF de construção caseira, a pré-amplificador de UHF, a comutadores de antena e à carga de UHF (descritos no Capítulo 5), bem como aos acessórios mencionados a seguir, neste capítulo.

12.3 Refletômetro para UHF

Foi uma surpresa agradável constatar que o refletômetro comum, tipo Hansen, ou o mesmo com outros nomes, fabricado originalmente como sendo de até 60 MHz, funciona precariamente até 440 MHz, obviamente com a potência mínima necessária para a potência incidente chegar à deflexão total (com controle de sensibilidade no máximo). Ele indica zero absoluto nas freqüências de ressonância das antenas e, mesmo se os demais valores indicados não forem absolutos, permite tirar conclusões utilíssimas sobre o comportamento das antenas e sobre as perdas nos cabos.

12.4 O Uso de Antenas de VHF em UHF

Vários radioamadores paulistanos utilizam suas antenas onidirecionais de 2 m em UHF, operando no terceiro harmônico. O que deu melhor resultado foi a antena colinear vertical de quatro elementos, tipo trombone, de 2 m. Esta antena muitas vezes dá melhor resultado em UHF do que a colinear específica

dimensionada para 435 MHz, obviamente dependendo do ângulo de elevação vertical no qual é localizada a outra estação. O uso desta antena, em duas faixas, resulta em 50% de economia no custo do cabo coaxial.

Alguns amadores, tanto em estações fixas quanto em móveis, estão utilizando antena vertical de 2 m de um quarto de onda também em UHF, com bom resultado. A antena que não pode ser utilizada em UHF é a de cinco oitavos de onda, de 2 m, pois a bobina desta é para ressonar com a reatância capacitiva da antena na freqüência fundamental e não no terceiro harmônico.

Não devemos esquecer que o padrão dos lóbulos de radiação de uma antena é bem diferente quando usada no terceiro harmônico do que quando na fundamental; conseqüentemente, as indicações de ganho em 2 m não são mais válidas em UHF.

A antena direcional para UHF considerada não-crítica para ajuste é o dipolo com refletor de canto. É de fácil ajuste e possui refletores laterais de um ou de dois comprimentos de onda, com ganhos de 10 e de 12 dBi, respectivamente.

12.5 Linhas de Transmissão em UHF

Devemos usar possivelmente cabos coaxiais de baixa perda (espuma), pois as perdas aumentam substancialmente com a freqüência. Quando o comprimento do cabo é excessivo (prédios de apartamentos), é indicado enviar através do cabo o sinal em 144 MHz, e colocar o transversor ou triplicador junto à antena (o triplicador não necessita de alimentação). Da mesma forma, é indicado, na recepção, colocar o pré-amplificador junto à antena, antes da linha de descida.

12.6 Conectores para UHF

Em UHF devemos possivelmente evitar o uso dos conectores PL259, conhecidos como conectores de UHF, devido à mudança de impedância que introduzem na linha de transmissão. Os conectores indicados são os do tipo N (para cabo grosso) e os do tipo BNC (para cabo fino, no máximo alguns metros de comprimento para as interligações no *shack*). Este último não é à prova d'água.

13. ESTAÇÕES REMOTAS

13.1 Repetidoras

Como se sabe, a propagação das ondas métricas é limitada praticamente à linha de visão. Já mencionamos no Capítulo 11 que a revista *QST* publicou, em outubro de 1924, um artigo sobre a construção de um transmissor de 5 m (60 MHz). Depois de experimentar com estações fixas, os radioamadores partiram para a operação móvel, e para facilitá-la, o radioamador W1HMO instalou, em 1932, na cidade de Springfield, Massachussetts, a primeira estação repetidora amadora de VHF do mundo, obviamente para a banda de 5 m. Logo depois, surgiram outras repetidoras de 5 m, mas todas em AM.

Na década de 60, quando os radioamadores intensificaram as atividades de VHF, primeiro com transceptores comerciais de FM adaptados, posteriormente com transceptores especialmente desenvolvidos para o serviço de radioamador, iniciou-se a idade áurea das repetidoras.

Em sua forma mais simples, uma repetidora de FM é um receptor e um transmissor, ou dois transceptores acoplados: o áudio de saída do receptor modula o transmissor, o *squelch* do AGC do receptor atua no relé do transmissor com as respectivas antenas e em localização necessariamente alta.

Foi percorrida uma grande distância entre essas repetidoras primitivas da década de 60 e as modernas, que aceitam telecomando codificado de seus mantenedores e que até discam números de sete algarismos de sua memória ao receber códigos de apenas dois algarismos. Hoje em dia, a sofisticação de repetidoras não tem limite, mas sua função básica continua a mesma: estender o alcance das estações de VHF, especialmente daquelas em operação móvel e portátil.

Contrariamente à crença generalizada, repetidoras não devem ser restringidas a uso local. Durante períodos de propagação aberta em 10 metros, as repetidoras desta banda permitem contatos de âmbito nacional, internacional e intercontinental. O autor já fez contatos através de repetidoras norte-americanas com radioamadores de Portugal, Holanda, Alemanha, Inglaterra, Canadá, Alasca e Havaí.

Aficionados paulistas, encabeçados pelos radioamadores da Universidade de São Paulo e pela Associação dos Radioamadores da Eletropaulo, pretendem instalar uma repetidora intercontinental de 10 m, com potência de 50 W, com antena onidirecional de alto ganho e baixo ângulo de saída, no pico de Itapeva, a uma altitude de 1 949 m - bem mais elevado do que a repetidora instalada no pico de Spechty Koph, perto de Pine Grove, Pensilvânia, sob cujo nome é conhecida. Ela poderá se tornar a primeira repetidora de âmbito intercontinental dos radioamadores dos países de línguas ibéricas. Obviamente a repetidora poderá ser interligada com repetidoras de 144, e/ou 220, e/ou 440 MHz, possibilitando, em condições favoráveis de propagação, contatos intercontinentais com *handy-talkie* de apenas 1 W (ver Item 21.7). O autor já efetuou contatos através da repetidora de 10 m de Coventry, Connecticut em 144, 220 e 440 MHz, entre esses, alguns operadores e operadoras com HT a partir de 1/4 W.

Os radioamadores que desejam utilizar, através das repetidoras norte-americanas, os *autopatch* locais, podem usar em 10 m seu codificador subtom universal, o mesmo do VHF, com as freqüências constantes no fim deste item, ou uma das cinco freqüências *burst*, também citadas, conforme o caso. No caso de a repetidora *autopatch* utilizar codificação não padronizada, o radioamador pode pedir aos donos da repetidora um codificador apropriado.

13.1.1 Planos de freqüências de repetidoras

Os pares de freqüências repetidoras convencionadas são os seguintes, baseados nas recomendações do VUAC da ARRL:

a. Faixa de 10 m (28,0 a 29,7 MHz) - 4 canais com decalagem de 100 kHz e espaçamento de 20 kHz.

Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)
29,52	29,62	29,56	29,66
29,54	29,64	29,58	29,68

b. Faixa de 6 m (50,0 a 54,0 MHz) - 32 canais com decalagem de 1 MHz e espaçamento de 20 kHz.

Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)
52,01	53,01	52,33	53,33
52,03	53,03	52,35	53,35
52,05	53,05	52,37	53,37
52,07	53,07	52,39	53,39
52,09	53,09	52,41	53,41
52,11	53,11	52,43	53,43
52,13	53,13	52,45	53,45
52,15	53,15	52,47	53,47
52,17	53,17	52,55	53,55
52,19	53,19	52,57	53,57
52,21	53,21	52,59	53,59
52,23	53,23	52,61	53,61
52,25	53,25	52,63	53,63
52,27	53,27	52,65	53,65
52,29	53,29	52,67	53,67
52,31	53,31	52,69	53,69

c. Faixa de 2 m (144,0 a 148,0 MHz) - 47 canais[1] com decalagem de 600 kHz e espaçamento de 20/30 kHz.

Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)
144,51	145,11	144,83	145,43	146,34	146,94
144,53	145,13	144,85	145,45	146,37	146,97
144,55	145,15	144,87	145,47	147,60	147,00
144,57	145,17	144,89	145,49	147,63	147,03
144,59	145,19	146,01	146,61	147,66	147,06
144,61	145,21	146,04	146,64	147,69	147,09
144,63	145,23	146,07	146,67	147,72	147,12
144,65	145,25	146,10	146,70	147,75	147,15
144,67	145,27	146,13	146,73	147,78	147,18
144,69	145,29	146,16	146,76	147,81	147,21
144,71	145,31	146,19	146,79	147,84	147,24
144,73	145,33	146,22	146,82	147,87	147,27
144,75	145,35	146,25	146,85	147,90	147,30
144,77	145,37	146,28	146,88	147,93	147,33
144,79	145,39	146,31	146,91	147,96	147,36
144,81	145,41			147,99	147,39

1. Os primeiros cinco canais de repetidoras podem ser substituidos por um canal *transponder* (Ver Item 11.2.)

d. Faixa de 1,25 m (220,0 a 225,0 MHz) - 54 canais com decalagem de 1,6 MHz e espaçamento de 20 kHz.

Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)
222,32	223,92	222,68	224,28	223,04	224,64
222,34	223,94	222,70	224,30	223,06	224,66
222,36	223,96	222,72	224,32	223,08	224,68
222,38	223,98	222,74	224,34	223,10	224,70
222,40	224,00	222,76	224,36	223,12	224,72
222,42	224,02	222,78	224,38	223,14	224,74
222,44	224,04	222,80	224,40	223,16	224,76
222,46	224,06	222,82	224,42	223,18	224,78
222,48	224,08	222,84	224,44	223,20	224,80
222,50	224,10	222,86	224,46	223,22	224,82
222,52	224,12	222,88	224,48	223,24	224,84
222,54	224,14	222,90	224,50	223,26	224,86
222,56	224,16	222,92	224,52	223,28	224,88
222,58	224,18	222,94	224,54	223,30	224,90
222,60	224,20	222,96	224,56	223,32	224,92
222,62	224,22	222,98	224,58	223,34	224,94
222,64	224,24	223,00	224,60	223,36	224,96
222,66	224,26	223,02	224,62	223,38	224,98

e. Faixa de 70 cm (430,0 a 440,0 MHz). Plano adaptado para a banda reduzida - 79 canais com decalagem de 5 MHz e espaçamento de 25 kHz.

Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)
433,025	438,025	433,700	438,700	434,375	439,375
433,050	438,050	433,725	438,725	434,400	439,400
433,075	438,075	433,750	438,750	434,425	439,425
433,100	438,100	433,775	438,775	434,450	439,450
433,125	438,125	433,800	438,800	434,475	439,475
433,150	438,150	433,825	438,825	434,500	439,500
433,175	438,175	433,850	438,850	434,525	439,525
433,200	438,200	433,875	438,875	434,550	439,550
433,225	438,225	433,900	438,900	434,575	439,575
433,250	438,250	433,925	438,925	434,600	439,600
433,275	438,275	433,950	438,950	434,625	439,625
433,300	438,300	433,975	438,975	434,650	439,650
433,325	438,325	434,000	439,000	434,675	439,675

(continua)

Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)
433,350	438,350	434,025	439,025	434,700	439,700
433,375	438,375	434,050	439,050	434,725	439,725
433,400	438,400	434,075	439,075	434,750	439,750
433,425	438,425	434,100	439,100	434,775	439,775
433,450	438,450	434,125	439,125	434,800	439,800
433,475	438,475	434,150	439,150	434,825	439,825
433,500	438,500	434,175	439,175	434,850	439,850
433,525	438,525	434,200	439,200	434,875	439,875
433,550	438,550	434,225	439,225	434,900	439,900
433,575	438,575	434,250	439,250	434,925	439,925
433,600	438,600	434,275	439,275	434,950	439,950
433,625	438,625	434,300	439,300	434,975	439,975
433,650	438,650	434,325	439,325		
433,675	438,675	434,350	439,350		

f. Faixa de 33 cm (902,0 a 928,0 MHz) - 119 canais com decalagem de 11 MHz e espaçamento de 25 kHz.

Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Entradas (MHz)	Saídas (MHz)
907,025	918,025	:	:
907,050	918,050	909,950	920,950
907,075	918,075	909,975	920,975
907,100	918,100		

g. Faixa de 23 cm (1 240 a 1 300 MHz) - 239 canais com decalagem de 12 MHz e espaçamento de 25 kHz.

Entradas (MHz)	Saídas (MHz)
1 270,00-1 276,00	1 282,00-1 288,00

TABELA 13.1

Freqüências DTMF (Double Tone Multi Frequency) para Autopatch

F_1 (Hz) \ F_2 (Hz)	1 209	1 336	1 447	1 633
697	1	2	3	A[2]
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

TABELA 13.2

Subtons Padronizados para Repetidoras de Acesso Restrito (em Hz)

Freqüências CTCSS (Continuous Tone Coded Squelch System) - Padrão EIA

67,0	69,3	71,9	74,4	77,0	79,7
82,5	85,4	88,5	91,5	94,8	100,0
103,5	107,2	110,9	114,8	118,8	123,0
131,8	136,5	141,3	146,2	151,4	156,7
162,2	167,9	173,8	179,9	186,2	192,8

Salvas iniciais (*burst*) padronizadas para repetidoras de acesso restrito (em Hz): 1 800, 1 950, 2 100, 2 250, 2 400.

13.2 *Transponders*

Como os leitores versados em aviação bem sabem, *transponders* são dispositivos que, em aeronaves, ao receberem sinal de radar com o código ajustado, respondem automaticamente para possibilitar sua identificação positiva.

No mundo dos radioamadores, e em primeiro lugar nos trabalhos de satélite, a palavra *transponder* tem outro significado. Ela significa um dispositivo que transpõe linearmente um trecho do espectro de ondas eletromagné-

2. A,B,C,D: uso opcional para sinais de comando.

ticas para outro trecho do espectro. Em inglês, poderíamos chamá-los *linear translators*, e, em português, tradutores lineares ou transladores lineares, sendo esta última a terminologia oficial no Brasil.

Acontece que desde a primeira utilização de transladores lineares, a bordo de satélites amadores, foi convencionado internacionalmente chamá-los de *transponders*, uma vez que inexiste qualquer risco de confundi-lo com o dispositivo que obteve o mesmo nome na aviação. Assim sendo, este livro se referirá aos transladores lineares como *transponders*, como, aliás, também o faz o *Handbook da ARRL*.

Como os leitores já devem ter percebido pelo exposto, os *transponders* têm uma função equivalente à das repetidoras, porém, ao invés de retransmitir a modulação de um canal, eles retransmitem fielmente o que recebem em uma banda inteira, por isso são também conhecidos como *transponders* lineares. Os *transponders* não são novidade para o radioamador. Nos satélites amadores, destinados à comunicação, existem *transponders* desde o OSCAR-3. Este continha um *transponder* com uma largura de banda de 50 kHz, que captava um pouco abaixo de 146 MHz e que retransmitia um pouco acima de 144 MHz. Lançado em 9 de março de 1965, ele possibilitou contatos, durante sua vida útil de dezoito dias (as primitivas células solares da época só podiam prolongar a vida de suas baterias químicas), entre aproximadamente 1 000 radioamadores de 22 países.

O uso regular de *transponders* a bordo de satélites amadores se iniciou juntamente com a alimentação total por células solares (e conseqüentemente sua longa vida útil) no satélite OSCAR-6, lançado em 15 de outubro de 1972.

A partir do OSCAR-6, todos os *transponders* instalados a bordo de satélites amadores eram de banda cruzada[3], como os que seguem:

Modos	Subida/Descida	Satélites
A	145-29	OSCAR-6,7,8; RS 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13
B	435-145	OSCAR-7,10,13; RS-14
J	145-435	OSCAR-8,12,13,20
L	1 269-435	OSCAR-10,13
K	21-29	RS 10,11,12,13
T	21-145	RS 10,11,12,13
F	435-2 446	Futuro Arséne

3. Com a utilização de banda cruzada, evita-se a necessidade de duplexadores de cavidade, cujo peso poderia exceder o do satélite.

Existem *transponders* aditivos (em que a diferença entre a freqüência de entrada e a de saída é constante) e subtrativos (em que a soma das freqüências de entrada e de saída é constante. Esta soma é denominada freqüência de tradução). Quando não se opera em CW, mas em SSB, os *transponders* subtrativos invertem a banda lateral (a modulação sai na banda oposta à utilizada na entrada).

A grande vantagem dos *transponders* sobre as repetidoras é que permitem a operação simultânea por muitos operadores, em tipos de emissão de banda estreita (CW e SSB) e de baixo consumo, quando comparado ao consumo de FM.

Faixas de freqüência para *transponders* em uso terreno na banda de 2 m, 33 e 23 cm:

Entradas (MHz)	Saídas (MHz)	Observações
144,5-144,6	145,1-145,2	Decalagem 600 kHz.
903,4-903,6	903,6-903,8	Somente para banda cruzada.
1 296,4-1 296,6	1 296,6-1 296,8	Somente para banda cruzada. Para *transponders* dentro da banda de 23 cm, utilizam-se os mesmos segmentos de repetidoras de FM da mesma banda.

Para servir como ponto de encontro para radioamadores de São Paulo, Rio de Janeiro e sul de Minas Gerais, aficionados paulistas, encabeçados pelo grupo de radioamadores da Universidade de São Paulo e da Associação de Radioamadores da Eletropaulo, pretendem instalar no pico de Itapeva, a uma altitude de 1 949 m, um *transponder* de 2 m, o que possibilitará o contato simultâneo, em CW e SSB, de até trinta radioamadores da região.

13.3 *Gateways*

Gateways são aplicações especiais de *transponders* ou de repetidoras. Por exemplo, um *transponder* capta o sinal local e o envia a um satélite, e o outro capta o retorno do satélite e o retransmite em outro canal local. Vamos dar um exemplo prático. Um grupo de radioamadores estuda planos para *gateway* análogo para acessar o satélite OSCAR-13. O *gateway* constaria de

dois *transponders*: um recebe 28 850 a 29 000 kHz, transpõe para 435 420 a 435 570 kHz e envia ao satélite no modo B, nos períodos em que está em posição alta, com movimento angular insignificante, durante horas; recebe de volta do satélite entre 145 975 e 145 825 kHz e transpõe para 432 000 a 432 150 kHz para reirradiação local. Não há dessensibilização de recepção no *gateway*, uma vez que suas duas transmissões são em 70 cm e a recepção em 2 m (do satélite) e em 10 m (dos operadores locais).

Para o outro *gateway*, já mais ambicioso, os radioamadores deverão apresentar um programa de experiências de interesse à NASA, a fim de obter permissão para utilizar o satélite geoestacionário ATS-3, lançado em 1967, sob designação internacional 67-111A, como apoio ao projeto Apolo (que colocou o primeiro homem na Lua em 1969). Esse satélite, localizado em longitude 105,2° W sobre o equador, embora projetado para uma vida útil de dez anos, ultrapassou já várias vezes esta expectativa de vida útil.

O satélite tem cinco canais. O canal central (ou seja, o canal 3) tem entrada em 149 220 kHz e saída em 135 600 kHz. Os canais 4 e 2 estão a ±25 kHz do canal central. Os canais 5 e 1 estão a ±45 kHz do canal central.

Em relação à estação do grupo de radioamadores, o satélite situa-se no azimute de 284° verdadeiros, com uma elevação de 21° acima do horizonte. A atenuação do sinal entre a estação e o satélite, na média das freqüências a serem utilizadas, é de 169 dB.

Tendo obtido autorização da NASA, o grupo de radioamadores terá que obter também a licença da autoridade local. A licença se refere ao serviço especial para fins científicos e experimentais, especificamente para poder transmitir nas freqüências de 149 175, 149 195, 149 220, 149 245 e 149 265 kHz. É regra universal adotada nos serviços de telecomunicações que estações de um serviço não podem se comunicar com estações de outro serviço, a não ser no atendimento de situações de emergência. Neste caso, todavia, trata-se de interligação de um serviço experimental, o do serviço de radioamador, com outro serviço experimental, através de uma estação, que é licenciada para ambos os serviços, para o serviço de radioamador e para o serviço especial para fins científicos e experimentais de interesse da NASA. É uma situação com a qual não há como não concordar.

O *gateway* funcionaria com um mínimo de duas repetidoras de FM: uma receberia em 29 590 kHz, FM e enviaria ao ATS-3, canal 3, em 149 220 kHz, FM; a outra receberia do ATS-3, canal 3, em 135 600 kHz, FM, e retransmitiria em 432 120 kHz, FM. Para cada canal adicional do ATS-3 a ser acessado, seriam necessárias, no *gateway*, mais duas repetidoras. Assim, esse *gateway* daria acesso ao satélite geoestacionário ATS-3 a todos os radioamadores da

cidade, sem necessitar de equipamento especial, permitindo-lhes contatos com as universidades usuárias do satélite.

Quando se opera satélite via *gateway*, é obrigatório mencionar, além do indicativo próprio, também o indicativo do *gateway* através do qual se está operando. Por exemplo: "CQ OSCAR-13 de PY2AH via *gateway* PY2...

13.4 Emissões-piloto

Conforme mencionado no Capítulo 6, o contato entre as estações depende, com poucas exceções, das condições de propagação. Além disso, pelas leis de coincidência estatística, nas faixas pouco utilizadas, muitas vezes o possível contato pode ser perdido por falta de coincidência cronológica, apesar de existir propagação. Por esse motivo, foram instaladas pelo mundo inteiro estações de emissões-piloto (*beacons*) - em freqüências e com indicativos mundialmente conhecidos -, que irradiam dia e noite, durante o ano inteiro. Muitas vezes, as emissões-piloto estão concentradas em um só local para várias bandas. Por exemplo: estação de emissão-piloto de Americana (São Paulo), PY2AMI, operada por PY2CRI e seu grupo, irradia em 1 825, 3 525, 7 048, 18 100, 21 105, 24 930, 28 300,5, 50 075, 144 050, 222 050 e 432 075 kHz, num total de onze freqüências.

O sistema mais sofisticado de emissões-piloto, no mundo dos radioamadores, específico para a banda de 20 m, foi implantado e financiado pela Northern California DX Foundation (NCDXF), e funciona na freqüência de 14 100 kHz. Concebido por Dave Leeson, W6QHS (que também fez o projeto de mudanças de potência), ele teve o relógio, o microprocessador e a automatização da programação projetados por Jack Curtis, K6KU. A engenharia, produção e acabamento ficou a cargo de Cam Pierce, K6RU. O sistema funciona em ciclos de dez minutos, sendo um minuto para cada uma das nove localizações, e o décimo minuto fica em silêncio. No início, cada estação irradia QST e seu indicativo, em telegrafia código Morse de vinte palavras por minuto, com potência de 100 W. Em seguida, irradia traço contínuo com 100 W de potência por nove segundos, 10 W de potência por outros nove segundos, 1 W de potência por outros nove segundos e 0,1 W de potência por outros nove segundos.

A transmissão termina com o SK e com o indicativo irradiados com potência de 100 W, sendo o tempo total de irradiação de 58 segundos.

Indicativos	Mantenedores	Localizações	Minutos/Segundos (repetido a cada dez minutos
4U1UN/B	Nações Unidas	Nova Iork EUA	00.00-01.00
W6WX/B	Universidade de Stanford	Stanford EUA	01.00-02.00
KH6O/B	Community College	Honolulu Havaí	02.00-03.00
JA2IGY	JARL	Mt. Asama Japão	03.00-04.00
4X6TU/B	Universidade de Tel Aviv	Telavive Israel	04.00-05.00
OH2B	Universidade de Helsinki	Helsinki Finlândia	05.00-06.00
CT3B	ARRM	Funchal Ilha Madeira	06.00-07.00
ZS6DN/B		Transvaal África do Sul	07.00-08.00
LU4AA/B	Radio Club Argentino	Argentina	08.00-09.00
SILÊNCIO			09.00-00.00

O grande número de estações de emissão-piloto se encontra em freqüências mais elevadas. As de 10 m constam do Apêndice 11, uma vez que se trata de onda decamétrica (HF), compreendida no alcance dos equipamentos de cobertura geral. Para ondas métricas (VHF), decimétricas (UHF) e centimétricas (SHF), damos abaixo as estações de emissão-piloto conforme situação de abril de 1988.

TABELA 13.3

Emissões-Piloto em Ondas Métricas (VHF)

Freqüências (kHz)	Indicativos	Localizações	Gridlocator	Tipos de emissão	Antenas	Polarizações	Potências (W)
50 003	PY1RO	Rio de Janeiro, Brasil		A1A			
50 005	H44HIR	Ilhas Salomão		A1A			
50 005	PY1AA	Brasil		A1A			
50 005	ZS2SIX	Cape Province, República da África do Sul		A1A	Omni	H	10
50 005	VE8R	NW Territory, Canadá					
50 005	W0HTH/KH6	Havaí					
50 006	GB3RMK	Inverness, RU		F1A	N/S	H	30
50 007	TF3T	Iceland					
50 008	K0GUV	Minnesota, EUA					
50 010	JA2IGY	Mie, Japão		A1A			10
50 010	ZS1STB	Still Bay, Africa do Sul		F1A	N	H	50
50 010	ZS6STB	Vereeniging, Africa do Sul					
50 013	P29BPL	Papua Nova Guiné		A1A			30
50 015	PJ4B	Bonaire Antilhas Holandesas					
50 015	SZ2DH	Atenas, Grécia					
50 020	GB3SIX	Anglesey, Wales, Reino Unido	IO73tj	F1A	Yagi-W	H	100
50 025	ZS6SIX	Kempton Park, Africa do Sul					
50 025	5Z4YV	Quênia					
50 025	6Y5RC	Jamaica		F1A	Yagi-NW	H	40
50 030	XE3VV	Yucatan, México	EL50ex	A1A	Omni	V	5
50 030	ZS6PW	Pretória, RAS		A1A	N/NNW		
50 033	LU8YYO	Argentina					
50 035	EL2CA	Monróvia, Libéria					
50 035	HC1JX	Quito, Equador					
50 035	ZB2VHF	Gibraltar	IM76he	A1A	Yagi-WnW	H	100
50 038	FY7THF	Guiana francesa		F1A	Omni	V	100
50 040	WA6MHZ	San Diego, CA, EUA					
50 041	WA8KGG	Ohio, EUA					
50 045	DL3ZM/YV5	Caracas, Venezuela					
50 045	WB2MAI	Nova Jersey, EUA					
50 045	OX3VHF	Julianehaab, Groenlândia	GP60qq	A1A	Omni	V	20

50 048	VE6ARC	Grand Prairie, AB, Canadá	D075	A1A	Omni	V		50
50 048	WA6IJZ	Califórnia, EUA		A1A		V	10	10
50 050	GB3NHQ	Londres, Reino Unido	IO91vq	F1A	Omni	H		15
50 050	LU2DH	Argentina						
50 050	VE6NAB	Alberta, Canadá						
50 050	VE8VHF	NW Territory, Canadá						
50 050	WA1EXN	Maine, EUA						
50 050	ZS6LN	Petersburg, Africa do Sul						
50 055		Oslo, Noruega						
50 555	WA9FEF	Chicago, IL, EUA		A1A				
50 055	WB9VMY/5	Calumet, OK, EUA	EM15					10
50 056	N4NZ							
50 058	WA8IGY	Flórida, EUA	EM79					
50 060	KH6EQI	Havaí						
50 060	K1NFE	Burlington, CT, EUA	FN31		Omni	V		25
50 060	GB3RMK	Rosemarkie Scotland, RU	IO77ud	F1A	N/S	H		20
50 060	PY2AA	São Paulo, Brasil	GG66		Omni	V		25
50 060	WA8ONQ	Cincinnati, OH, EUA	EM79	A1A	Omni	H		2
50 060	ZS6DN	Pretória, RAS			Yagi-N	H		100
50 062	W3VD	Laurel, MD, EUA	FM19	A1A	Omni	H		10
50 062	N7BSN	Keyport, WA, EUA	CN87					10
50 062	PY2AA	São Paulo, Brasil	GG66		Omni	V		não ativa
50 064	WB4IJY	FL, EUA						
50 064	N4PZ	Sarasota, FL, EUA	EL87	A1A	Omni	V		0.5
50 064	WA5UUD	Nova Orleans, LA, EUA						
50 064	N7DB	Boring, OR, EUA	CN85					30
50 065	W5VAS	Metairie, LA, EUA	EL19	A1A	Omni	H		1
50 065	WB5ZRL	Nova Orleans, LA, EUA		A1A	Omni	H		2
50 065	W0IJR/KAOCDN	Denver, CO, EUA	DM79	A1A	Omni	H		20
50 066	N6ANG	CA, EUA						
50 067	WB8IGY	Loveland, OH, EUA	EM79		Omni	V		2
50 067	WA6IJZ	Oxnard, CA, EUA	DM04		Omni	V		7-70
50 069	W0BJ	North Platte, NE, EUA	DN91	A1A	Omni	H		5
50 070	W2CAP/1	Cape Cod, MA, EUA	FN41	A1A	Omni	V		5
50 070	KS2T	Toms River, NJ, EUA	FM29vx	A1A	Omni	H		10
50 070	WA2YTM	Rochester, NY, EUA	FN12		Omni	H		15
50 070	KA4VEY	Harvest, AL, EUA	EM64		Omni	V		10
50 070	WB0CGH/5	Lewisville, TX, EUA	EM13	A1A	Omni	H		1.5
50 070	WA7ECY	Troutdale, OR, US	CN35		Omni	V		10-30
50 070	K0HTF	Des Moines, IA. EUA	EN31dx	A1A	Omni			2

(continua)

TABELA 13.3 (continua)

Emissões-Piloto em Ondas Métricas (VHF)

Freqüências (kHz)	Indicativos	Localizações	Gridlocator	Tipos de emissão	Antenas	Polarizações	Potências (W)
50 070	W0BJ	North Platte, NE, EUA	DN91				6
50 070	VP9WB	Bermuda					
50 070	ZS3E	África do Sul					
50 070	WB4GJG	Danville, VA, EUA	FM06		Omni	V	1
50 070	KB4UPI	Birmingham, AL, EUA		A1A			1
50 070	W4HHK	Collierville, TN, EUA	EM55			H	2
50 070	4U1ITU	Genebra, Suíça					
50 071	WA2YTM	Victor, NY, EUA	FN12	A1A	Omni	H	15
50 072	W9KFO	Eaton, IN, EUA					
50 072	VE1CCP	PEI, Canadá					
50 073	W7KMA	Arizona, EUA					
50 075	PY2AMI	Americana, Brasil	GG67 if	A1A	Omni	V	5
50 075	ZS3E	África do Sul					
50 075	VS6SIX	Hong Kong		A1A	Omni	V	10
50 075	N5JM	Nova Orleans, LA, EUA	EL49	A1A	Omni	V	3
50 077	N0LL	Smith Center, KS, EUA	EM09	A1A	Omni	H	30
50 077	VE3DRL	Toronto, ON, Canadá		A1A		H	30
50 078	PT7BCN	Fortaleza, Brasil	HI06 rf	A1A	N/S	H	5
50 080	WB4OOJ	Tampa, FL, EUA	EL87		Omni	V	10
50 080	HC8SIX						
50 085	WA6JRA	California, EUA					
50 080	TI2NA	San José, Costa Rica		A1A			
50 080	W1AW	Newington, CT, EUA	FN31	A1A	W	H	50
50 080	ZS5TR	Durban, África do Sul					
50 080	ZS5VHF	África do Sul		A1A	Omni	H	10
50 085	9H1SIX	Valletta Malta	JM75fv	F2A	Omni	H	25
50 086	VE2STL	Val Belair, PQ, Canadá	FN46		Omni	V	1,5
50 088	VE1ASJ	St. Johns, NB, Canadá					
50 088	VE1SIX	NB, Canadá					
50 090	ZF2KZ	Grand Cayman Island					
50 093	WA8FTA	Michigan, US					
50 096	HD1QRC	Quito, Equador					

50 098	KG6JIH	Guam					
50 099	KH6EQI	Pearl Harbor, Havaí					
50 100	HC2FG	Guayaquil, Equador		A1A			
50 100	PY5YD	Brasil					
50 100	KG6DX	Guam					
50 100	KH6EJQ	Havaí					
50 103	N8AJD	Ohio, EUA					
50 104	K4EJQ	Tennessee, EUA					
50 109	JD1YAA	Minami Tori-shima					
50 110	KG6DX	Guam					
50 110	ZS6LN	África do Sul		A1A		H	100
50 110	AL7C	Arkansas, EUA					
50 120	ZS3E	SW África					
50 125	ZS3AK	SW, África					
50 246	LU8MBL	Argentina					
50 440	K1NFE	Hartford, CT, EUA					
50500	KH6EQI	Pearl Harbor, Havaí	BL01xh	A1A	H		80
50 500	5B4CY	Cyprus	KM64pr	F1A	Omni	V	15
50 945	ZS1SIX	Cape Province, RAS		F2A	Omni		8
51 020	ZL1UHF	Nihotupu, Nova Zelândia		F1A			25
51 030	ZL2MHB	Fernhill, Nova Zelândia		F2A			10
51 225	ZL2VHT	Inglewood, Nova Zelândia		F1A			15
52 033	P29BPL	Papua Nova Guiné					
52 100	ZK2SIX	Niue Is					
52 150	VK0CK	Macquarie Is					
52200	VK8VF	Darwin, NA, Austrália			Omni	V	15
52250	ZL2VHM	Pahiatua Track, Nova Zelândia		F1A			8
52 300	VK6RPH	Perth, WA, Austrália					
52 300	VK6RTV	Perth, WA, Austrália					
52 310	ZL3MHF	Christchurch, Nova Zelândia		F2A			20
52 320	VK6RTT	Carnarvon, WA, Austrália					
52 325	VK2RHV	Newcastle, NSW, Austrália					
52 330	VK3RGG	Geelong Victoria, Austrália		F1A	Omni	H	4
52 350	VK6RTU	Kalgoorlie, WA, Austrália					
52 370	VK7RST	Hobart Tasmania, Austrália					
52 420	VK2RSY	Sydney, NSW, Austrália				H	25
52 425	VK2RGB	Gunnedah, NSW, Austrália					
52 435	VK3RMV	Hamilton Victoria, Austrália					

(continua)

TABELA 13.3 (continua)

Emissões-Piloto em Ondas Métricas (VHF)

Freqüências (kHz)	Indicativos	Localizações	Gridlocator	Tipos de emissão	Antenas	Polarizações	Potências (W)
52 440	VK4RTL	Townsville, QLD, Austrália					
52 445	VR4RIK	Austrália					
52 450	VK5VF	Mt Lofty, SA, Austrália					
52 460	VK6RPH	Perth, WA, Austrália					
52 465	VK6RTW	Albany, WA, Austrália					
52 470	VK7RNT	Lanceston Tasmania, Austrália					
52 490	ZL2SIX	Blenheim, Nova Zelândia		F2A			10
52 500	JA2IGY	Japão					
52 500	ZL2VHM	Palmerston North, Nova Zelândia					
52 510	ZL2MHF	Mt Climie, Nova Zelândia		F1A			2
70 030	GB3CTC	Reino Unido	IO71gy				
70 050	GB3BUX	Reino Unido	IO93be				
70 060	GB3ANG	Reino Unido	IO86mn				
70 112	5B4CY	Cyprus	KM64pr				
70 120	ZB2VHF	Gibraltar	IM76he				
70 130	EI4RF	Irlanda	IO63sn				
144 019	VK6RBS	Busselton, Austrália					
144.050	PY2AMI	Americana, Brasil	GG67if		Omni	V	5
144 051	WB2IEY	Rochester NY, EUA	FN12nh				3-15
144 052	W3VD	Laurel, MD, EUA	FM19nd		Omni	H	15
144 053	W0VB	Rochester, NY, EUA	EN34				100
144 054	KC4IH	Marion, VA, EUA	EM96fv		Omni	H	3
144 055	K0PP/7	MT, EUA					40
144 055	WB9VMY/5	Calumet, OK, EUA	EM15				10
144 055	WB0QIY	Lincoln, NE, EUA					10
144 056	KJ5Q	Oklahoma City, OK, EUA	EM15				13
144 056	W0PN	Alborn, MN, EUA	EN36				100
144 057	KH6HME	Havaí					
144 064	W5VAJ	LA, EUA					
144 139	5B4CY	Cyprus	KM64ht				
144 145	ZB2VHF	Gibraltar	IM76he				

144 170	KH6HME	Mauna Loa, Havaí	BK29go	Yagi p. EUA	H	10
144 175	KP4EOR	Porto Rico				
144 400	VK4RTT	Mt Mowbullan, Austrália				
144 410	VK1RCC	Canberra, Austrália				
144 420	VK2RSY	Sydney, NSW, Austrália			H	25
144 445	VK4RIK	Austrália				
144 465	VK6RTW	Albany, Austrália				
144 480	VK8VH	Darwin, Austrália				
144 550	VK5RSE	Mt Gambier, Austrália				
144 565	VK6RPB	Port Hedland, Austrália				
144 800	VK5VF	Mt Lofty, Austrália				
144 800	OH8VHF	Finlândia	KP25tc			
144 810	IS0A	Sardinia	JN40sx			
144 825	I0A	Itália	JN61es			
144 830	9V1VHF	Malta	JM75fv			1
144 840	IT9G		JM68			
144 850	DL0UB	Alemanha	JO62ql			
144 855	LA5VHF	Noruega	JP99kp			
144 860	LA1VHF	Noruega	JO94gm			
144 865	HB9HB	Suíça	JN37md			
144 867	EA1VHF	Espanha	IN53ug			
144 870	LA2VHF	Noruega	JP53eg			
144 875	SK2VHF	Suécia	JP94tf			
144 885	OY6VHF	Faroe Is	IP62na			
144 890	LA4VHF	Noruega	JP20oq			
144 895	FX0THF		JN08ml			
144900	OH6VHF	Finlândia	KP02tg			
144 902	OX6VHF	Greenland	GP60	SE	H	10
144 910	DL0PR	Alemanha	JO44jh			
144 915	GB3CTC	Reino Unido	IO70oj			
144 917	EA6VHF	Ibeza Balearic Is				
144 920	SK7VHF	Suécia	JO65sn			
144925	GB3VHF	Reino Unido	JO01dh			
144 930	OZ7IGY	Dinamarca	JO55vo			
144 945	SP4VHG	Polônia	JO72sw			
144 950	SK1VHF	Suécia	JO97cg			
144 950	VK2RCW	Sydney, NSW, Austrália				25
144 960	SK4MPI	Suécia	JP70nj			
144 965	GB3LER	Reino Unido	IP90jd			
144 975	GB3ANG	Reino Unido	IO86mn			

(continua)

TABELA 13.3 (continua)

Emissões-Piloto em Ondas Métricas (VHF)

Freqüências (kHz)	Indicativos	Localizações	Gridlocator	Tipos de emissão	Antenas	Polarizações	Potências (W)
144 975	DL0SG	Alemanha	JN68eq				
144 980	SP3VHC	Polônia	JO94gm				
144 984	ON4VHF	Bélgica	JO20fp				
144 985	Y41B	Alemanha	JO53rp				
145 000	VK6RPH	Perth, WA, Austrália					
220 051	K9XI	Mokena, IL, EUA	EN61				
220 051	WB2IEY	Canandaigua, NY, EUA	FN12				
220 052	KA0ADV/2	Rochester, NY, EUA	FN12nh				15
220 055	WB4FQR	Woodbridge, VA, EUA	FM18				
220 055	WB9VMY/5	Calumet, OK, EUA	EM15				
220 058	WB2ELB	Buffalo, NY, EUA	FN03				
220 085	K5BYS	Lewisville, TX, EUA	EM12		Omni	H	
222 050	PY2AMI	Americana, Brasil	GG67if	A1A	Omni	V	5

TABELA 13.4

Emissões-Piloto em Ondas Decimétricas (UHF)

Freqüências (kHz)	Indicativos	Localizações	Gridlocator	Tipos de emissão	Antenas	Polarizações	Potências (W)
432 057	VK6RBS	Busselton, Austrália	FN20		Omni	H	1
432 0715	N3CX	Pennsburg, PA, EUA	EM85md	A1A	Omni	H	1
432 0715	K4MSK	Lookout Mt, GA, EUA	EM12				0,01
432 073	K5BYS	Lewisville, TX, EUA					
432 073	WA4PGI	Lynchburg, VA, EUA	BK29go		Yagi to W6	H	10
432 074	KH6HME	Mauna Loa, Havaí					
432 075	WA8ONQ	Ohio, EUA	EN10				5
432 075	PY2AMI	Americana, Brasil	GG67if	A1A	Omni	V	5
432 075	WB0QIY	Lincoln, NB, EUA	EM19				7
432 077	N0UU	Abilene, KS, EUA	EM60				4
432 077	W4ODW	Flórida, EUA					
432 095	VE1SMU	Nova Escócia, Canadá					
432 160	VK6RPR	Nedlands, Austrália					
432 410	VK1RBC	Canberra, Austrália					
432 420	VK2RSY	Sydney, NSW, Austrália				H	15
432 425	VK3RMB	Ballarat, Austrália					
432 440	VK4RBB	Brisbane, Austrália					
432 855	LA5UHF	Noruega	JP99kp				
432 855	SK3UHF	Suécia	JP92gw				
432 860	LA1UHF	Noruega	JO59jw				
432 865	OZ2UHF	Dinamarca	JO46jd				
432 870	FX4UHF		IN93eh				
432 870	LA2UHF	Noruega	JP53eg				
432 880	LA3UHF	Noruega	JO48bc				
432 885	OY6UHF	Faroe Island	IP62na				

(continua)

TABELA 13.4 (continua)

Emissões-Piloto em Ondas Decimétricas (UHF)

Freqüências (kHz)	Indicativos	Localizações	Gridlocator	Tipos de emissão	Antenas	Polarizações	Potências (W)
432 890	LA4UHF	Noruega	JO29pj				
432 895	OZ4UHF	Dinamarca	JO75je				
432 900	OH3UHF	Finlândia	KP11un				
432 910	GB3MLY	Reino Unido	IO93eo				
432 925	SK6UHF	Suécia	JO67bf				
432 930	OZ7IGY	Dinamarca	JO55vo				
432 935	OK0EA	Tchecoslováquia	JO70ss				
432 960	SK4UHF	Suécia	JO79kh				
432 970	GB3CTC	Reino Unido	IO70oj				
432 975	SK5UHF	Suécia	JP80sa				
432 980	GB3ANG	Reino Unido	IO86mn				
432 983	OZ2ALS	Dinamarca	JO45vb				
432 984	HB9F	Suíça	JN36xn				
902 071	K5BYS	Desert, TX, EUA			Omni	H	0,015
902 125	KF5N	Ft. Worth, TX, EUA	EM12		Omni	H	10
902 125	K5BYS	Lewisville, TX, EUA	EM12		Omni	H	0,02
903 080	K3SIW/9	Hanover Park, IL, EUA			E	H	5
903 083	N3CX	Pennsburg, PA, EUA	FN20		Omni	H	4
1 296 00	KH6HME	Mauno Loa, Havaí	BK29o		Yagi to W6	H	20
1 296 070	K3IVO	Ft. Mead, MD, EUA	FM19pd		Omni	H	1
1 296 071	K5BYS	Lewisville, TX, EUA	EM12				0,01
1 296 125	KF5N	Arlington, TX, EUA	EM12		Omni	H	2
1 296 125	K5BYS	Lewisville, TX, EUA	EM12		Omni	H	0,02
1 296 1625	W7CNK	Oklahoma City, OK, EUA					
1 296 171	VK6RBS	Busselton, Austrália					
1 296 2145	N3CX	Pennsburg, PA, EUA	FN20		Omni	H	2
1 296 2145	K4MSK	Lookout Mt, GA, EUA	EM85md	A1A	Omni	H	2
1 296 410	VK1RBC	Canberra, Austrália					
1 296 420	VK2RSY	Sydney, NSW, Austrália			Omni	H	5
1 296 480	VK6RPR	Nedlands, Austrália					
1 296 810	GB3NWK	Reino Unido	JO01bi				
1 296 830	GB3BPO	Reino Unido	JO02pb				
1 296 854	DB0JO	Alemanha	JN36xn				

1 296 870	GB3AND	Reino Unido	IO91gf				
1 296 885	ON5UHF	Bélgica	JO10un				
1 296 890	GB3DUN	Reino Unido	IO91sv				
1 296 910	GB3CLE	Reino Unido	IO82rl				
1 296 920	PA0QHN	Paises Baixos	JO22fh				
1 296 920	DB0VC	Alemanha	JO54bh				
1 296 925	SK6UHG	Suécia	JO57tq				
1 296 930	GB3MLE	Reino Unido	IO91eo				
1 296 930	OZ7IGY	Dinamarca	JO55vo				
1 296 975	DB0JU	Alemanha	JO31bu				
1 296 990	GB3EDN	Reino Unido	IO85jw				
2 304 020	N3CX	Pennsburg, PA, EUA	FN20		SW	H	0,1
2 304 072	K5BYS	Lewisville, TX, EUA	EM12		Omni	H	0,018
2 304 110	W6IFE	Califórnia, EUA	DM14kf		Omni	H	2,5
2 304 3575	K4MSK	Lookout Mt, GA, EUA	EM85md	A1A	SW	H	0,1

TABELA 13.5 [4]

Emissões-Piloto em Ondas Centimétricas (SHF)

Freqüências (kHz)	Indicativos	Localizações	Gridlocator	Tipos de emissão	Antenas	Polarizações	Potências (W)
3 456 572	K4MSK	Lookout Mt, GA, EUA	EM85md	A1A	SW	H	0,001
5 760 930	K4MSK	Lookout Mt, GA, EUA	EM85md	A1A	SW	H	8
10 000 265	WB6DNX	Santiago Peak, CA, EUA	DM13fr				
10 250 000	N4IZW	La Mesa, CA, EUA	DM12ls		Omni	V	0,1
10 256 000	WA6EJO	Red Mountain, CA, EUA	DM04hi				0,1
10 265 000	WB6DNX	Santiago Peak, CA, EUA	DM13 fr				
10 369 716	K4MSK	Lookout Mt, GA, EUA	EM85md	A1A			
10 300 000	VK6RVF	Roleystone, Austrália					

4. Pela compilação da tabela, agradecemos a colaboração da ARRL, IARU, IRTS, RSGB, CSVHFS, e dos radioamadores G3DME, K2OLG, VK5LP, W3XO, W6ISQ, W0PW e PY2BBL.

13.5 Estações Fixas Telecomandadas

Com as facilidades do telecomando digital, já era de se esperar que a operação móvel, nas grandes cidades, não se restringisse aos comunicados locais ou aos de distância atingível com a potência disponível no carro, cuja antena é bastante modesta, mas que poderia aproveitar todas as facilidades de uma estação fixa, inclusive o amplificador linear de 1 kW e a antena direcional de ondas curtas de alto ganho.

Os conjuntos para o enlace telecomando multicanal já estão disponíveis no mercado mundial, fazendo do carro do radioamador uma extensão, literalmente, de seu *shack* (ver Item 11.1). A aplicação ideal para telecomando é a comunicação através das repetidoras FM de 10 m, para as quais as freqüências de transmissão e recepção podem ser memorizadas no computador, e a posição da antena direcional é facilmente pré-determinada.

13.6 Como Funcionam os Ressonadores de Cavidade Utilizados em Repetidoras?

13.6.1 Circuito ressonante

Quando se fala em circuitos ressonantes, o radioamador, habituado às faixas de HF, pensa instintivamente no binômio LC, ou seja, em um conjunto composto de um indutor (conhecido popularmente como bobina) e de um capacitor (conhecido como condensador). Esse conjunto, largamente utilizado desde o início da época do rádio, contém um elemento cujo parâmetro preponderante é a indutância (embora a capacitância e a resistência ôhmica também estejam presentes) e um outro elemento cujo parâmetro preponderante é a capacitância (embora a indutância e a resistência ôhmica também estejam presentes).

Nas faixas de HF, a influência dos parâmetros não desejados é pouco significativa, e podemos conseguir, com esses circuitos, fatores Q (freqüência de operação dividida pela diferença entre as duas freqüências laterais com 3 dB de atenuação) suficientes para a maioria das aplicações.

13.6.2 Linhas de fita e ressonadores helicoidais

À medida que entramos com a freqüência na região de VHF, e especialmente de UHF, a influência dos parâmetros não desejados cresce de tal forma que o fator Q cai abaixo do limite do utilizável. Nessas freqüências, apresenta

vantagem à técnica de "linhas de fita" (*stripline*), que podem ser consideradas linhas de transmissão ressonantes na freqüência, com indutância e capacitância distribuídas.

Quando for necessário obter fator Q mais elevado nessas freqüências, podemos recorrer ao ressonador helicoidal (ver Fig. 13.1), que não é outra coisa senão uma seção ressonante e blindada de uma linha de transmissão de um quarto de onda helicoidalmente enrolada, com impedância característica relativamente alta, e com baixa velocidade axial de propagação. Com esse dispositivo podemos obter fator Q de 1 000 ou mais na região de VHF e UHF.

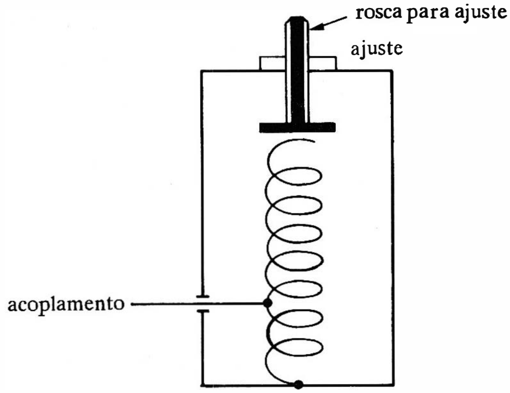


Fig. 13.1 Ressonador Helicoidal

13.6.3 Ressonadores de cavidade

As linhas de fita e os ressonadores helicoidais constituem os elos de transição do circuito ressonante convencional para os ressonadores de cavidade. Para o radioamador, que não é versado na técnica de VHF, UHF e microondas, não é fácil a transição mental para a técnica de cavidades. Vamos procurar explicá-la em termos menos técnicos.

Sabemos que uma linha de transmissão de um quarto de onda de comprimento ressona na freqüência à qual o quarto de onda se refere. Imaginemos agora uma superfície composta de um número infinito dessas linhas de transmissão, todas paralelas, lado a lado. É óbvio que a superfície vai ressonar também, na mesma freqüência, com um fator Q altíssimo. Entre as várias superfícies possíveis, a mais utilizada é a cilíndrica. Damos na Tabela 13.6 os

fatores Q aproximados, sem carga, para as faixas de radioamadores de VHF e UHF, em função do diâmetro do cilindro.

TABELA 13.6

Valores do Fator Q Obtidos conforme os Diâmetros do Cilindro nas Faixas de Amadores

Diâmetros	7,5 cm	15 cm	25 cm
50 MHz	-	2 000	7 000
144 MHz	2 000	7 000	12 000
220 MHz	3 000	8 000	14 000
440 MHz	7 000	11 000	18 000

Podemos verificar que os fatores Q excedem, de longe, não somente os dos circuitos LC, mas também os dos ressonadores helicoidais. Com cavidades é possível chegar a fatores Q acima de 50 000.

13.6.4 O problema de dessensibilização em repetidoras

O uso mais freqüente de cavidades no serviço de radioamador é nas repetidoras de VHF e UHF. Como sabemos, as repetidoras recebem e retransmitem simultaneamente, no mesmo local. A maior dificuldade encontrada nessa situação é a dessensibilização do receptor pelo sinal captado da antena do transmissor.

O que é dessensibilização?

O radioamador que dispõe de um receptor e de dois geradores de sinais poderá fazer a seguinte experiência: injetar no receptor, a partir de um dos geradores de sinais, um sinal fraco, apenas suficiente para copiar. Com o segundo gerador de sinais, dessintonizado de 600 kHz para cima ou para baixo, injetar um segundo sinal e aumentá-lo até que a recepção do primeiro sinal fique degradada ou bloqueada. Ligando um medidor ao circuito limitador do receptor, percebemos que a corrente do limitador na recepção do sinal fraco começará a cair na presença do sinal interferente ao chegar àquela intensidade.

O limiar da dessensibilização com decalagem de 600 kHz situa-se ao redor de 3000 μV, de 1 600 kHz ao redor de 15 000 μV, e de 5 MHz, ao redor de 30 000 μV (valores típicos, sujeitos a dispersão caso por caso).

Vamos fazer agora um pequeno cálculo para uma decalagem de 600 kHz.

A potência captada para gerar uma tensão de 3 000 μV sobre uma impedância de 50Ω é:

$$P = \frac{0{,}003^2}{50} = 0{,}00000018 \text{ W}$$

Transformando esse valor em dB, em relação a 1 W, obtivemos -67,4 dBW. Se o transmissor colocar na antena 15 W, isto representará um nível de 11,8 dBW. Conseqüentemente, deve existir, entre a transmissão e a recepção, uma separação de 67,4 mais 11,8, ou seja, 79,2 dB.

Como podemos conseguir essa separação?

13.6.5 Separação por distanciamento

Em primeiro lugar, podemos localizar a antena de recepção acima da antena de transmissão. As distâncias verticais necessárias para obter separação constam da Tabela 13.7.

TABELA 13.7

Distância Vertical entre Antenas para Valores desejados de Atenuação

Atenuações	20	30	40	50	60	dB
50 MHz	3,5	6	20	-	-	m
144 MHz	1,5	2,5	4,5	12	-	m
440 MHz	0,5	1	1,7	3	6	m

Alternativamente, podemos afastar as duas antenas horizontalmente. As distâncias horizontais necessárias para obter separação acham-se relacionadas na Tabela 13.8.

TABELA 13.8

Distância Horizontal entre Antenas para Valores desejados de Atenuação

Atenuações	20	30	40	50	60	70	dB
50 MHz	7	25	65	250	-	-	m
144 MHz	3	10	25	80	250	-	m
440 MHz	-	3	10	30	100	270	m

Podemos verificar que as distâncias, tanto verticais quanto horizontais, se tornam excessivas quando desejamos aproximar a separação necessária.

13.6.6 Separação por cavidades

Passamos agora a examinar a separação por meio de ressonadores de cavidade.

A Fig. 13.2 apresenta um filtro de cavidade, junto à sua curva de resposta em função da freqüência.

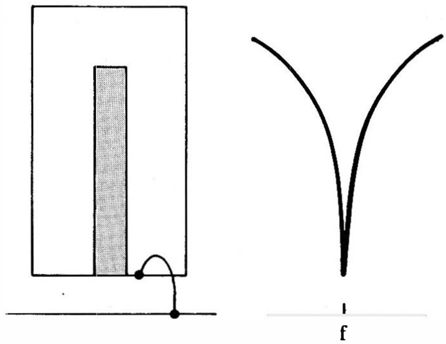


Fig. 13.2 Filtro de cavidade e sua curva de resposta.

Os fatores Q, sem carga, correspondentes a essa cavidade, são encontrados na Tabela 13.6. No momento em que acoplamos carga à cavidade, o fator Q irá cair em função da perda de inserção, conforme vemos na Tabela 13.9.

TABELA 13.9

Inter-relação da Perda de Inserção e da Queda do Fator Q

Perdas de inserção	2	1	0,5	0,2	dB
Divisor do fator Q	2,5	5	10	25	-

Assim, para obter uma atenuação alta (no caso citado, de quase 80 dB) e para manter simultaneamente as perdas de inserção em níveis baixos, será necessário ligar várias cavidades em cascata. Na faixa de 2 m, com decalagem

de 600 kHz, é indicado utilizar três cavidades para o receptor e três cavidades para o transmissor.

13.6.7 Aproveitamento do efeito de anti-ressonância

Para reduzir as perdas de inserção, os duplexadores fazem uso do efeito de anti-ressonância. Os radioamadores versados em HF podem ter uma idéia de como ela funciona observando o circuito da Fig. 13.3. O circuito ressona normalmente na freqüência determinada pelo indutor L e pelo capacitor Cp (ressonância em paralelo). Todavia, o circuito também ressona na freqüência determinada pelo indutor e pela capacitância distribuída deste, representada no circuito pelo capacitor Cs (ressonância em série). Conseqüentemente, o circuito funcionará como de passagem em uma freqüência e como de rejeição na outra.

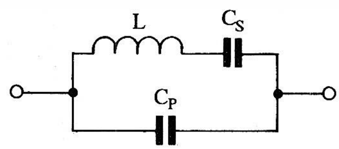


Fig. 13.3 Circuito ressonante com capacitância distribuída do indutor.

Na técnica de cavidades, esse fenômeno é reproduzido através da aplicação externa de capacitâncias (quando a freqüência anti-ressonância deve se situar acima da freqüência de rejeição) ou de indutâncias (quando a freqüência anti-ressonância deve se situar abaixo da freqüência de rejeição), conforme vemos nas Figs. 13.4 e 13.5.

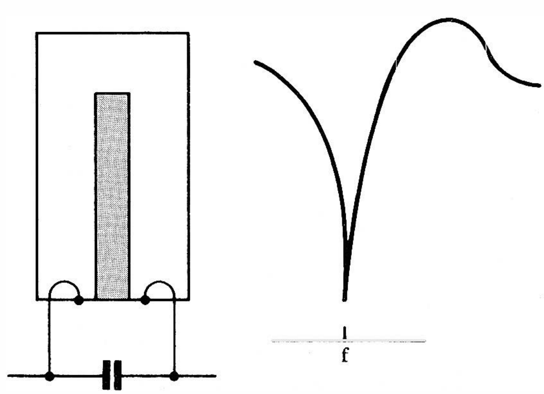


Fig. 13.4 Cavidade com freqüência de anti-ressonância acima da freqüência de rejeição.

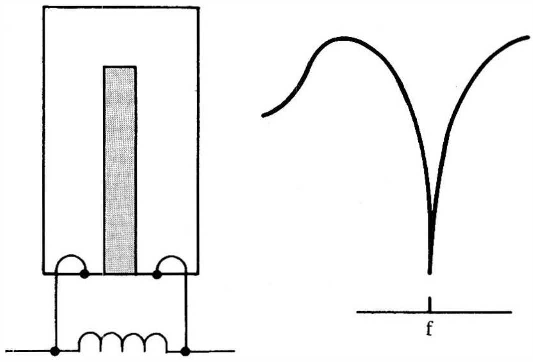


Fig. 13.5 Cavidade com freqüência de anti-ressonância abaixo da freqüência de rejeição.

Na prática, os capacitores e indutores externos estão sendo substituídos por trechos de linha de transmissão, que, em função de seu comprimento com relação ao comprimento de onda, apresentam reatâncias capacitivas ou indutivas nos valores desejados. Assim, podemos obter, teoricamente, conjuntos de cavidades que em um ramal rejeitam a freqüência oposta e oferecem baixa perda de inserção à freqüência própria e que no outro desempenham o mesmo papel para a outra freqüência envolvida.

13.6.8 Detalhes de construção de cavidades

Falamos teoricamente. Na realidade, os problemas técnicos a vencer são numerosos, e, conseqüentemente, não é fácil produzir bons duplexadores de cavidade. Quais são os problemas de ordem construtiva?

Antes de tudo, as cavidades devem ser de constituição robusta, impossibilitando alteração em sua geometria devido a forças externas. Todo o revestimento deve ser de baixas perdas elétricas (possivelmente de cobre eletrolítico prateado), os acopladores de chapa de cobre prateado, e até os pontos de solda devem ser preferivelmente de prata, ao invés de estanho. Os ajustes devem ser tão suaves que permitam alterações mínimas com toda segurança.

Qualquer possibilidade de corrosão deve ser prevenida com a utilização de materiais de potencial galvânico similar, ou então passivando a superfície nos pontos críticos.

A estabilidade de freqüência deve ser garantida, mesmo sob variações de temperatura, utilizando para a vareta do pistão uma liga do mais baixo

coeficiente de expansão ténnica, conhecida como "invar". A Tabela 13.10 apresenta os coeficientes de expansão ténnica dos metais comuns e do invar.

TABELA 13.10

Coeficientes de Expansão Térmica

Alumínio	Expansão térmica (μ/m/°C)	Variação típica por °C em 144 MHz (Hz)
Alumínio	23,8	3 400
Latão	18,4	2 650
Cobre	16,5	2 380
Ferro	10,4	1 500
Invar	1	145

Cavidades de boa qualidade são construídas, via de regra, com tampas fundidas de alumínio internamente passivadas, pistão de cobre eletrolítico prateado, vareta do pistão de invar e isoladores de *teflon*. Elas já vêm sintonizadas nas freqüências de passagem e de rejeição estipuladas (que são as freqüências de entrada e saída da repetidora) e não necessitam de qualquer ajuste pelo usuário; garantem vida longa e confiável sem qualquer necessidade de manutenção. Todavia, o uso de quaisquer duplexadores de cavidade exige precauções básicas. Quais são essas precauções?

13.6.9 Orientação para os usuários

Antes de tudo, o radioamador não deve alterar os ajustes de rejeição e de passagem, a não ser que disponha de gerador de varredura, gerador de sinais calibrado com freqüencímetro, analisador de espectro e receptor-padrão, bem como de conhecimentos técnicos para obter a curva de resposta ideal para as freqüências desejadas. Sem possuir esses aparelhos (que são os utilizados no ajuste final pela fábrica), é quase impossível restituir a curva original, e qualquer alteração degradará substancialmente o desempenho do duplexador. Mesmo com instrumental adequado, todo o complexo de cavidade deve ser ajustado em conjunto, pois o ajuste de qualquer elemento em separado desajustaria os elementos já ajustados.

Em segundo lugar, de nada adianta uma separação de 80 ou até 110 dB pelas cavidades, se os cabos coaxiais que ligam o duplexador ao transmissor, ao receptor e à antena deixam vazar radiofreqüência. A malha simples utilizada nos cabos RG213U ou RG8U tem isolação inferior a 50 dB nessas freqüências, tornando sem efeito até o melhor duplexador. Mesmo entre cabos coaxiais do mesmo modelo há diferenças grandes nos fatores de blindagem da malha condutora externa. Existem fábricas que oferecem o cabo RG8U com blindagem de 80% e há outras que o oferecem com blindagem de 95%. Em uma mesma fábrica, um cabo com blindagem de 95% custa 60% mais caro do que um cabo com blindagem de 80%. Há, ainda, fábricas que não oferecem informação alguma sobre o fator de blindagem. Quanto aos testes comparativos dos fatores de blindagem, ver o Item 8.1.

A solução que muitos radioamadores adotam é a de retirar a malha de um cabo coaxial (ou de adquirir malha chata flexível e abri-la com alicate de bico para torná-la de novo cilíndrica, como originalmente foi fabricada) e aplicá-la sobre um cabo coaxial normal, duplicando sua blindagem. Duas malhas de 80%, uma sobre a outra, resultam em uma blindagem de 96%, visto que $1 - (1 - 0{,}80)(1 - 0{,}80) = 1 - 0{,}2 \times 0{,}2 = 1 - 0{,}04 = 0{,}96$.

Uma solução mais perfeita é a de utilizar cabos coaxiais com condutor externo sólido de cobre e com dielétrico de espuma de polietileno, fabricados com diâmetros de 1/4", 3/8", 1/2" e 7/8".

O terceiro cuidado a ser tomado é assegurar que não haja vazamento entre o transmissor e o receptor da repetidora. A experiência recomendada para esse teste é a de ligar o receptor a um gerador de sinais, com sinal muito fraco, imitando estações distantes, e ligar depois o transmissor a uma carga não-reativa e não-irradiante (blindada). Observa-se se o funcionamento do transmissor não influencia a recepção. No caso de haver qualquer influência, deve-se melhorar as blindagens e os aterramentos até eliminá-la.

13.6.10 Outras vantagens proporcionadas por duplexadores de cavidade

Além de evitar a dessensibilização, a utilização de ressonadores de cavidade oferece outros dividendos significativos. Em primeiro lugar, eles permitem a utilização de uma só antena para recepção e para transmissão (duplexação), com a vantagem de proporcionar a mesma cobertura para o transmissor e para o receptor. Assim, reduzem-se as áreas onde a repetidora pode ser ouvida porém não pode ser acionada, bem como as áreas onde pode ser acionada e não pode ser ouvida. Em segundo lugar, eles filtram radiações espúrias e ruídos aleatórios que costumam ser prejudiciais não somente para o

próprio receptor, mas também para outras repetidoras, uma vez que, devido à limitação do número de locais privilegiados para repetidoras, elas costumam aglomerar-se nesses locais. Terceiro, os ressonadores de cavidade reduzem os produtos de intermodulação até um nível em que não mais prejudiquem a operação.

14. RADIOAMADORISMO NO ESPAÇO E COM OBJETOS EXTRATERRENOS

14.1 Introdução ao Mundo dos Satélites

Apesar de terem sido lançados mais de duas dezenas de milhares de satélites desde que apareceram no éter os *bips* do Sputnik 1, o lançamento de um satélite pioneiro em qualquer país é sempre um acontecimento emocionante. Passadas três décadas, ainda me lembro do dia 1º de fevereiro de 1958, quando assisti - no Instituto Astronômico e Geofísico de São Paulo, localizado na Água Funda, em companhia do professor Antonio Helio Guerra Vieira - ao registro, por interferometria, da passagem do primeiro satélite norte-americano, colocado em órbita na véspera, através da captação - por meio de painéis de dipolos montados nos jardins do Instituto - dos sinais do transmissorzinho do Explorer 1, na freqüência de 108 MHz. Era o ingresso do mundo ocidental na era espacial, iniciada pelos russos quatro meses antes. Os primeiros satélites lançados ao espaço eram muito primitivos. Basta lembrar que o primeiro satélite construído nos Estados Unidos, o Vanguard (que só conseguiu ser lançado depois do Explorer 1), continha um só transistor tipo WE53233. O próprio Explorer 1 só continha um canal de telemetria (de radiação cósmica) projetado pela equipe do professor James Van Allen, da Universidade de Iowa (que falhou no fornecimento de dados, uma vez que a forte radiação cósmica saturou os sensores, levando à descoberta da zona de radiação posteriormente denominada cinturão Van Allen). Mesmo o primeiro satélite amador, o OSCAR-1, lançado quatro anos mais tarde, só tinha um canal de telemetria, através de um sensor que variou, em função da temperatura, a velocidade de transmissão dos grupos de letras HI HI HI (que significam alegria em linguagem telegráfica).

O uso de satélites artificiais para as telecomunicações começou com o Echo I, um balão feito de *Mylar* revestido com alumínio e com 30 m de diâmetro, lançado em 12 de agosto de 1960. Visto por nós como uma nova estrela, ele funcionou como refletor passivo, porém, sendo de órbita alta (apogeu de 1 688 km e perigeu de 1 510 km), necessitava de muita potência, o que impossibilitou seu uso por radioamadores.

O único satélite artificial utilizado como refletor passivo por radioamadores foi o Echo II, lançado em 25 de janeiro de 1964. Maior que o Echo I e com órbita mais baixa (apogeu de 1 309 km e perigeu de 1 030 km); ele possibilitou retorno de sinais na banda de 2 m entre os radioamadores Bill Conkel, W6DNG, e Claude Maer, W01C. A essa altura, a evolução dos satélites ativos já demonstrava que eles teriam papel preponderante nas telecomunicações mundiais. O satélite Score, lançado em 18 de dezembro de 1958, já retransmitiu à Terra uma mensagem gravada na terra e levada a bordo. O satélite Courier 1B, lançado em 4 de outubro de 1960, já retransmitiu mensagem recebida e gravada a bordo (não em tempo real). Era o início da era de comunicação por satélites.

É obviamente impraticável abordar neste livro todos os tipos de satélite que se encontram em órbita. Entre os mais de vinte mil até agora lançados, havia observatórios astronômicos completos, a começar com o OAO-2, lançado em 1968, detetores de explosões nucleares que subiram até a altitude de 110 000 km, como o Vela 6, em 1970, satélites geodinâmicos a *laser* (*light amplification by stimulated emission of radiation*) destinados a detectar o movimento das placas tectônicas de nosso planeta, como o LAGEOS, em 1976, exploradores ultravioleta para investigar os buracos negros e quasares, como o IUE, lançado em 1978, satélites para levantamentos geológicos, agronômicos e batimétricos como o Landsat 4, em 1982, satélites retransmissores de dados com altíssima velocidade, como o TDRS, laboratórios espaciais para pesquisar microgravidade como o Spacelab 1, lançado em 1983, exploradores cósmicos como o COBE, um sistema de posicionamento global GPS, como o NavStar, satélites de pesquisas da atmosfera superior como o UARS, pesquisadores da origem de plasmas nas proximidades de nosso planeta como o OPEN, além de inúmeros outros, inclusive para fins militares.

Sendo impossível entrar no mérito de cada um desses satélites, gostaria de aproveitar esta oportunidade para esclarecer alguns aspectos de órbitas de satélites que talvez não sejam claros para os leitores menos versados em mecânica celeste (ver Fig. 14.1). Como todos os corpos móveis do universo, os satélites artificiais se movem em órbita elíptica. Nos casos em que a excentricidade da elipse for zero, a órbita é circular. A inclinação do plano da

órbita em relação ao plano do equador determina a latitude norte e a latitude sul entre as quais se realizarão as passagens do satélite. Assim, por exemplo, o satélite meteorológico NOAA9, que deve cobrir toda a superfície da Terra, tem inclinação de órbita de 99°, percorrendo quase do pólo norte ao pólo sul; a estação espacial russa Mir tem sua órbita com inclinação de 51°, percorrendo com suas passagens do paralelo de Kiev até o paralelo do Estreito de Magalhães (no extremo-sul do continente sul-americano), e a maioria dos ônibus espaciais *Space Shuttle* tinha órbitas inclinadas de apenas 28 a 35° (entre o paralelo do sul dos Estados Unidos até o paralelo do extremo-sul do Brasil).

Como se escolhem esses ângulos de inclinação?

Sabemos que o melhor aproveitamento do empuxo do foguete ocorre quando se adiciona a ele a velocidade tangencial de rotação da Terra, isto é, quando o lançamento ocorre exatamente na direção leste. Este é o caso do lançamento de objetos pesados como os ônibus *Space Shuttle* e as estações espaciais da Rússia. Neste caso, a latitude do local do lançamento determina os extremos norte e sul do movimento que oscila ao redor do equador terreno.

Sendo a velocidade tangencial de rotação da Terra maior no equador, leva vantagem entre as bases de lançamento a situada na menor latitude, no caso, a base da European Space Authority (ESA), localizada em Kourou, na Guiana Francesa.

As latitudes das cidades onde se encontram as principais bases de lançamento são as seguintes:

- norte-americanas: Cabo Canaveral, 28° 22'N; Base Aérea Vandenberg, 34° 38'N;
- russas: Plesetsk, 62° 42'N; Kapustin Yar, 48° 31' N; Baykonur, 45° 38'N;
- francesa: Kourou, 5° 08'N;
- japonesa: ilha de Tanega, 30° N.

Há três tipos de órbitas que merecem destaque por sua importância:

a. quando a inclinação do plano da órbita for zero com relação ao plano do equador, e o satélite se encontrar na altitude de 35 800 km (que corresponde a uma velocidade angular igual à velocidade angular de rotação da Terra) e se mover no sentido oeste para leste, o satélite, visto da Terra, parecerá estar parado, sendo por isso denominado geoestacionário ou geossíncrono. São desta família os satélites Brasilsat 1 e Brasilsat 2, e os demais, através dos quais captamos os programas de televisão pelas antenas parabólicas, sem necessidade

de acompanhar qualquer movimento dos satélites, embora estes se locomovam com velocidade de 3,07 km/s;

b. o segundo tipo de órbita é a Sol-síncrona, na qual o satélite tem passagens diárias no mesmo intervalo de hora local. É esta a órbita dos seis satélites amadores lançados em 21 de janeiro de 1990, e seus detalhes são explicados no Item 14.4.

c. o terceiro tipo de órbita notável é conhecida como Molniya, cujo plano tem uma inclinação de 63,435° (corresponde ao arco co-seno da raiz quadrada de 0,2). Esse plano de órbita permite a livre variação do tempo de percurso e das altitudes de apogeu e de perigeu, sem influir em outros parâmetros da órbita. Assim, podem ser escolhidas órbitas com oito horas ou doze horas de duração e com apogeus da mesma altitude dos satélites geoestacionários (porém, em latitudes mais convenientes para a finalidade que o equador), podendo ser focalizados três ou duas vezes por dia, sempre durante várias horas, e todos os dias no mesmo local.

Os russos utilizam, assim, satélites em órbita Molniya para retransmissão de televisão doméstica nas mesmas freqüências dos satélites geoestacionários, e esses satélites são ativos tanto em seu apogeu sobre a América do Norte quanto em seu apogeu sobre a Eurásia. Assim, os norte-americanos podem assistir com suas antenas parabólicas aos programas domésticos russos.

A aplicação mais famosa dos satélites em órbita Molniya é a chamada "linha quente", anteriormente conhecida como "telefone vermelho", que liga a Casa Branca ao Kremlin. A fim de criar sistema redundante, complementando a ligação através do Intelsat, os americanos e os russos lançaram três satélites em órbita Molniya, com intervalos de oito horas, aparecendo, assim, todo dia no mesmo lugar. Cada satélite desses pode ser visto de Washington duas vezes por dia, com um total mínimo de dezesseis horas, e de Moscou duas vezes por dia, com um total mínimo de dezoito horas, tendo visibilidade simultânea mínima, nas duas capitais, de doze horas cada satélite. Assim o sistema de três satélites, independente da Intelsat, assegura contato confiável e imediato entre os dirigentes das duas superpotências durante 24 horas por dia.

14.2 Três Décadas de Satélites Amadores

Entusiasmados com o novo mundo dos satélites, os radioamadores de Sunnyvale, Califórnia, formaram em 1959 a associação Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio (OSCAR), entidade que não somente deu o nome a toda a família de satélites-amadores, mas também foi o embrião da Radio Amateur Satellite Corporation (AMSAT).

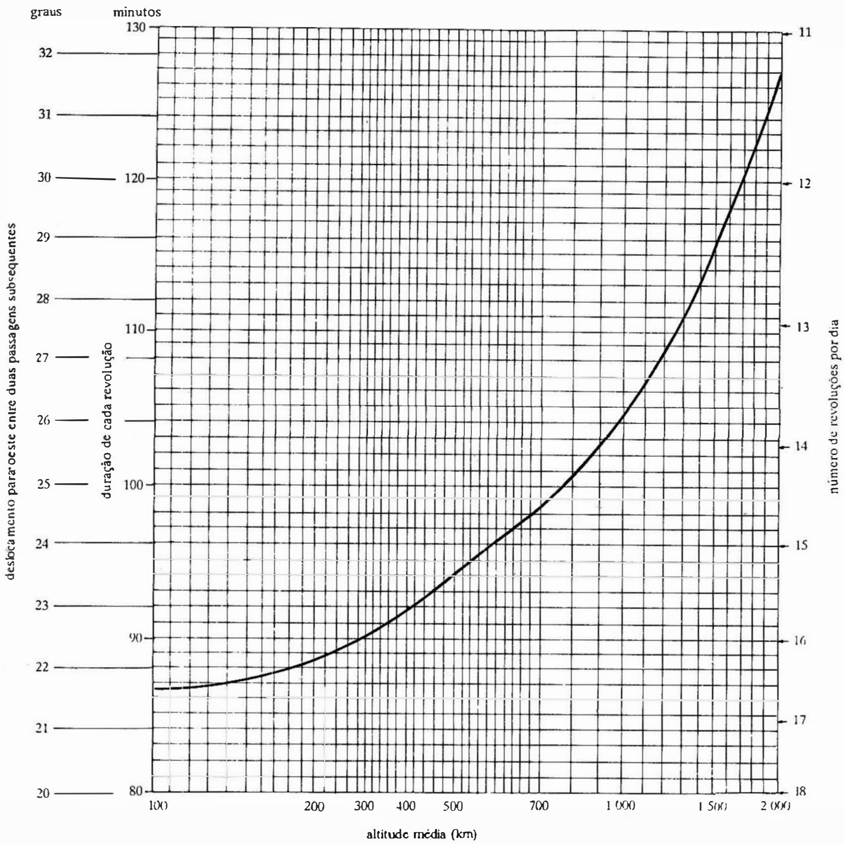


Fig. 14.1 Inter-relação da altitude média e da duração da órbita de satélites de órbita baixa (até 2 000 km), conforme a terceira lei de Kepler (as altitudes do gráfico são medidas da superfície do globo terrestre; para a aplicação da lei de Kepler, o raio da Terra deve ser adicionado). Perfazendo o satélite 360° em 1 440 minutos, o deslocamento de longitude entre passagens subseqüentes, em graus, é exatamente a quarta parte da duração da revolução em minutos.

No início, o maior problema enfrentado pelos radioamadores era convencer as autoridades de que os satélites amadores, colocados em órbita, poderiam servir para exploração científica, desenvolvimento tecnológico, comunicações em emergências e educação técnica e científica. Para sorte dos radioamadores, a maioria dos foguetes de lançamento da época tinha mais empuxo do que o necessário para o satélite a ser lançado e, em lugar de peso morto adicionado, puderam levar satélites amadores à órbita. Ainda mais. No início das atividades do projeto OSCAR, praticamente todos os satélites lançados eram para fins científicos ou militares, sendo relativamente fácil conseguir

carona grátis para os primeiros OSCAR. Com o tempo, os satélites comerciais começaram a predominar nos lançamentos. A empresa que lança satélites e que paga taxa pesada por cada quilograma lançado procura aproveitar todo o peso disponível ou para incluir mais canais no satélite, ou para levar mais combustível para os jatos de controle de atitude, cuja quantidade é geralmente o fator determinante da vida útil de um satélite geoestacionário.

A era dos satélites amadores foi iniciada com o lançamento do OSCAR-1 em 12 de dezembro de 1961. Os dois primeiros satélites só tinham uma emissão-piloto a bordo, de 0,1 W de potência, com um canal de telemetria. O OSCAR-3, lançado um mês antes do Early Bird, teve o primeiro *transponder* de livre acesso do mundo em órbita. O OSCAR-4 possibilitou o primeiro contato via satélite entre radioamadores norte-americanos e russos. OSCAR-5[1] (Australis), construído parcialmente com sucata por radioamadores, professores e estudantes da Universidade de Melbourne, levou ao espaço, pela primeira vez, um telecomando amador.

A Fase 2 das atividades de satélites de radioamadores iniciou-se com os OSCAR-6, 7 e 8, e continuará ainda por muito tempo através dos satélites O-16 e O-18, norte-americanos, bem como através dos ingleses, russos, japoneses, do argentino e do brasileiro, em paralelo com a Fase 3 (OSCAR-10 e OSCAR-13) e com a futura Fase 4 norte-americana.

Trata-se de satélites de órbita baixa, como os OSCAR-6, 7, 8, 16 e 18, norte-americanos, OSCAR-9, 11, 14 e 15, ingleses, RS-1 a RS-14, russos, OSCAR-12 e 20, japoneses, OSCAR-17, brasileiro e OSCAR-19, argentino. Os radioamadores puderam, e poderão, operar com equipamento relativamente simples, especialmente no que se refere ao ganho da antena e à exatidão com que ela deve ser apontada para o satélite. A simplicidade com que esses satélites podem ser operados é descrita no Item 14.3.

A Fase 3 dos satélites amadores teve início com as conturbadas tentativas de lançamento do OSCAR-10. Foram tantos os problemas envolvidos com este lançamento que chegou-se a atrasar o programa. O lançamento do primeiro satélite da Fase 3, em Kourou, na Guiana Francesa, pelo foguete Ariane, em 23 de maio de 1980, foi marcado por uma série de contratempos. Cinqüenta e oito segundos antes do lançamento, os computadores o bloquearam, indicando o fechamento incompleto de uma válvula. Verificou-se que o erro era do compu-

1. Nesse ponto, devemos fazer uma observação esclarecedora. Embora os primeiros satélites amadores ainda tenham sido identificados, na época, com números romanos (OSCAR-I, II, III e IV), e somente a partir do OSCAR-5 tenha sido adotada a numeração árabe, neste livro, para fins de uniformidade e de simplicidade, nos referimos a todos os satélites da série OSCAR com números arábicos.

tador e reiniciou-se a contagem regressiva com seis minutos. Enquanto os receptores dos radioamadores indicavam o funcionamento perfeito do satélite a bordo, a contagem foi suspensa várias vezes, por saída repentina de vapor e por problema de tensão elétrica no sistema de orientação. Com grande atraso, o foguete só foi lançado às 14 horas, 29 minutos e 42,34 segundos, apenas poucos segundos antes do fim da janela de lançamento.

Pouco depois do lançamento, um dos quatro motores Viking do primeiro estágio do foguete Ariane desenvolveu pressão excessiva, fazendo o motor flutuar descontroladamente e provocando a sua falha aos 61 segundos. Quando o sistema de orientação (giroscópio e computador) tentou compensar a falta de empuxo deste motor, o foguete sofreu um torque fortíssimo. Aos 104 segundos, dois outros motores Viking falharam, seguidos pouco depois pelo quarto. O foguete praticamente fez-se em pedaços, e nossa esperança da Fase 3 caiu no mar a 27 km do local, quatro minutos depois do lançamento. Era o fim da Fase 3A.

Foram gastos três anos na construção de um novo satélite para a Fase 3, e em 16 de junho de 1983, às 12 horas, 16 minutos e 53 segundos, nosso satélite da Fase 3 foi lançado com sucesso pelo foguete Ariane. Às 14:44 h UTC, o radioamador neozelandês ZL1AOX já captava os primeiros sinais de emissão-piloto, e, logo depois, outros seis radioamadores japoneses também captaram aqueles sinais.

Os dados de telemetria captados do satélite da Fase 3B (agora, em órbita, já podemos chamá-lo de OSCAR-10) eram preocupantes. O canal de telemetria de ângulo do Sol transmitiu valor errado, a corrente do painel solar era baixa, a temperatura do satélite não se estabilizou e ele estava operando ''frio''. O que tinha acontecido?

O eixo Z da espaçonave, ao redor do qual o satélite gira, atravessa seu topo (antenas) e fundo (foguete). O topo é designado para +90° e o fundo para -90°. Os seis painéis solares, colocados nos lados, corresponderiam a 0°. Em lugar de se dirigir para o Sol com 0°, os painéis solares acusaram um ângulo de 70°. Visto que o captador de ângulo do Sol, colocado em uma das pontas, só tem alcance de indicação entre +45° e -45°, ele só pode fornecer indicações errôneas.

O que teria provocado isto?

Pela análise dos dados do foguete Ariane e do satélite, podemos concluir que 53 segundos depois da separação, o terceiro estágio do Ariane deve ter alcançado o satélite, colidindo com ele. Depois da separação, o foguete deveria seguir um programa de mudança de atitude e de rotação, seguido por distanciamento lateral, provocado pela abertura e fechamento de uma válvula

do tanque de oxigênio do terceiro estágio. Este tempo de abertura aparentemente não foi suficiente. Então, os radioamadores chegaram a um impasse. Eles não podiam deixar o OSCAR-10 naquela órbita de transferência indefinidamente, porque, no perigeu de 200 km, com a fricção atmosférica, teria decaído depois de algum tempo. Por outro lado, não podiam acionar o foguete embutido no OSCAR-10 (acionado por dimetil-hidrazina assimétrica), para levá-lo à órbita definitiva, enquanto ele se encontrasse em atitude errática.

Com o acionamento de pulsos magnéticos nas pontas, com o movimento sazonal da Terra e com a fricção atmosférica sobre o cone do foguete, a atitude do satélite começou a corrigir-se de 3° a 4° por dia, e no dia 11 de julho de 1983, às 22 horas e 30 minutos, a AMSAT tornou-se a primeira organização não-governamental do mundo a disparar um motor de foguete em pleno espaço.

Conforme planejado, o motor do OSCAR-10 deveria ter sido acionado por 107 segundos, para levantar o ângulo de inclinação dos 8,6° iniciais para 11°, e o perigeu de 200 km para 1 000 km. Com esta manobra, ter-se-ia obtido uma órbita com inclinação de 57°. Na realidade, o motor funcionou durante 190 segundos, em lugar de 107, e resultou em um perigeu de 3 958 km com inclinação de órbita de 26,2°.

No dia 26 de julho de 1983, à 0 hora e 32 minutos, os radioamadores enviaram ao satélite vários sinais destinados a ligar o motor, mas, apesar de ser acusado seu recebimento, não houve ignição. Acredita-se que a colisão com o terceiro estágio do foguete Ariane tenha danificado o encanamento no lado inferior do OSCAR-10, e, quando o motor foi acionado pela primeira vez em 11 de julho, abrindo as válvulas do combustível e do oxigênio, vazou o hélio destinado à pressurização. Sem o hélio não houve possibilidade de ligar o motor, que poderia ter corrigido a órbita.

Por que o motor funcionou durante 190 segundos em lugar de 107 segundos?

As investigações indicaram que os radioamadores, ao inserir um circuito integrado, deixaram de fora três das pernas, e o erro passou desapercebido por várias revisões (cada revisão pensou que a outra tivesse verificado).

O satélite OSCAR-10 foi atingido também por outro infortúnio: no dia 16 de maio de 1986, o computador a bordo, conhecido como Internal Housekeeping Unit (IHU), foi danificado por radiação cósmica, devido aos longos períodos em que ele permaneceu no perigeu de 3 958 km, bem dentro do cinturão Van Allen.

Embora o radioamador alemão Karl Meinzer, DJ4ZC, tenha conseguido realimentar, nas partes não afetadas da memória, grande parte do programa perdido, não se teve êxito em recuperar o controle de atitude, e, assim, o satélite

OSCAR-10 só pode ser operado quando recebe, no mínimo, 50% de iluminação do Sol.

Devido à maior altitude, e conseqüentemente à maior perda de propagação no espaço, o OSCAR-10 só pode ser operado com antenas de alto ganho, as quais, com seu ângulo de abertura pequeno, devem ser dirigidas com a máxima exatidão possível sobre o satélite. Para isto, o radioamador deve calcular em computador, com programa apropriado, as órbitas, com base nas últimas coordenadas keplerianas, determinar os ângulos de azimute e de elevação do satélite, e dirigir suas antenas para aquela posição por meio de rotores de azimute e de elevação. Obviamente ele deve dispor de espaço livre suficiente para poder girar as antenas compridas sem colidir com obstáculos, especialmente com outras antenas utilizadas pelo radioamador.

Simultaneamente com o desenvolvimento da Fase 3 da AMSAT norte-americana, sua filiada japonesa, conhecida sob a sigla JAMSAT, desenvolveu desde 1980 seu projeto JAS-1, com a colaboração da liga JARL, da Agência Nacional de Aeronáutica e Desenvolvimento de Espaço (NASDA), e da Nippon Electric Company (NEC). No dia 12 de agosto de 1986, às 20:45:0,5 h UTC, foi lançado com pleno sucesso o JAS-1, que ganhou em órbita o nome Fuji/OSCAR-12, com alusão à sua origem japonesa.

Por sua vez, a AMSAT, que esperava poder operar com o OSCAR-10 até a Fase 3-D, não teve outra escolha senão apressar o lançamento de um outro satélite da Fase 3, vinculando-o à Fase 3-C. No dia 15 de junho de 1988, às 11:19:04,33 h UTC, através da missão V-22 da Arianespace, em Kourou, foi lançado, em órbita Molniya perfeita, o satélite OSCAR-13.

O plano elíptico da órbita do satélite OSCAR-13 tem inclinação de 57°, com excentricidade de 0,687, e o período de cada órbita é de 686 minutos, ou seja, 11 horas e 26 minutos.

Embora o sinal de seu *transponder* às vezes chegue à terra com intensidade de sinal menor do que a do OSCAR-10, ele tem a vantagem de poder operar continuamente, pois seus controles o mantêm sempre na posição ideal em relação ao Sol.

Na evolução das atividades de satélite amador, o próximo passo seria evidentemente o lançamento de dois satélites geoestacionários, entrando na chamada Fase 4. Mas, aqui surge um grande obstáculo. Para corrigir periodicamente a atitude do satélite em órbita geoestacionária, a 35 800 km da Terra, não é mais possível utilizar pulsos magnéticos aplicados pelos solenóides instalados nas pontas do satélite, uma vez que o campo magnético da Terra, naquela distância, já é muito tênue. As tecnologias de estabilização utilizadas em órbitas geoestacionárias excedem as possibilidades dos radioamadores e só

poderiam ser adquiridas de terceiros, elevando o custo de cada satélite da Fase 4 em 1 milhão de dólares.

O que fazer então?

Os radioamadores não se deixam desencorajar e já estão pensando seriamente na Fase 3-D. Nessa fase seriam lançados dois ou três satélites, em órbita Molniya, com inclinação de 63° e com período de órbita de exatamente doze horas, sendo defasados um do outro por seis horas quando se tratar de um sistema de dois satélites, ou por quatro horas quando se tratar de um sistema de três satélites (ver Item 14.1). Com este sistema da eventual Fase 3-D, não seria mais necessário calcular as órbitas, pois elas se repetiriam idênticas todos os dias. Não seria necessário movimentar o azimute e a elevação das antenas, pois o apogeu se localizaria sempre na mesma direção e igual para todos os satélites do sistema. Um dos dois ou três satélites ficaria sempre em posição de ser operado, como se se tratasse de um satélite geoestacionário. E o ajuste da atitude de cada um poderia ser procedido quando ele se encontrasse no perigeu, bem no campo magnético da Terra, por meio da aplicação de pulsos de corrente elétrica nos solenóides das pontas do satélite. Assim, a Fase 3-D uniria as vantagens dos satélites geoestacionários com as vantagens dos satélites de órbita polar (ver Item 14.1).

Enquanto isso, os radioamadores russos preparavam os satélites RS-10 e RS-11 e, em uma terça-feira, 23 de junho de 1987, lançaram-nos junto ao satélite Cosmos-1 861, este destinado à localização, navegação, busca e ao salvamento - os três satélites formam uma só unidade, tendo alimentação, controle de atitude e muitas outras funções em comum.

Voltemos à América. Com vinte mil satélites artificiais lançados desde o primeiro Sputnik, 33 anos depois do Explorer I, 29 anos depois do OSCAR-1, e seguindo os satélites amadores dos Estados Unidos, Rússia, Inglaterra e Japão, chegou a vez dos radioamadores de línguas ibéricas, especificamente, dos argentinos e dos brasileiros. No dia 21 de janeiro de 1990, às 22 horas e 30 minutos no Brasil e na Argentina, ou seja, às 01:30 h UTC do dia 22 de janeiro (dia UTC), um foguete Ariane 4 da European Space Authority, da sua base de Kourou, levou para órbita, junto ao satélite meteorológico francês SPOT-2, seis satélites amadores, sendo dois ingleses, UoSAT-D e UoSAT-E, dois norte-americanos, PACSAT e WEBERSAT, o DOVE brasileiro e o LUSAT argentino - os últimos quatro são da nova geração de satélites, chamados microssatélites, devido ao seu tamanho e peso reduzidos (ver Item 14.4).

Os seis satélites amadores foram colocados em uma órbita polar ligeiramente elíptica, com altitude média de aproximadamente 800 km, deslocando-se com velocidade média de 7,455 km/s e percorrendo cada órbita em 1 hora

e 40,8 minutos, num total de 14,28 órbitas por dia, sendo cada órbita a 25,2° para oeste da órbita precedente (ver Fig. 14.1). Com esta altitude e com a geometria e massa do satélite, eles poderão ficar muitos anos no espaço antes de reentrar na atmosfera.

Nenhum dos seis satélites lançados tem *transponder* de voz a bordo. Os satélites ingleses se destinam a experiências científicas, inclusive o teste de novas tecnologias de satélites; o PACSAT e o LUSAT se destinam ao recebimento, armazenamento e retransmissão de mensagens por Packet Radio; o WEBERSAT armazena e retransmite imagens captadas por sua câmera miniatura CCD e por seu receptor ATV, em 1 625 MHz, utilizando tecnologia de Packet Radio. Finalmente, o satélite brasileiro foi projetado para transmitir telemetria com voz sintetizada e em Packet Radio, boletins e mensagens, alimentados pelas estações de rastreamento e armazenados em sua memória digital.

Para facilitar a identificação dos quatro microssatélites, compilamos a seguinte tabela:

TABELA 14.1

Satélite amador	Identificação internacional	Número de catálogo NASA/NORAD	Denominação popular	Freqüências de subida (kHz)	Freqüências de descida (kHz)
O-16	90-05D	20 439	NUSAT	145 900 145 920 145 940 145 960	primária 437 050 secundária 437 025 experimental 2 401 100
O-17	90-05E	20 440	DOVE	–	145 825 experimental: 2 401 200
O-18	90-05F	20 441	WEBERSAT	145 900	primária 437 100 secundária 437 075
O-19	90-05G	20 442	LUSAT	145 900 145 880 145 860 145 840	primária 437 150 secundária 437 125

Os quatro microssatélites foram idealizados pelos radioamadores Thomas Clark, W3IWI, Jan King, W3GEY, Courtney Duncan, N5BF, e Robert McGwier, N4HY. Os satélites têm forma cúbica, com 23 cm em cada lado, e pesam aproximadamente 7,5 kg cada um. Apesar de suas dimensões reduzidas, os microssatélites são muito mais sofisticados do que os primeiros satélites norte-americanos. Eles constam de cinco módulos em forma de gaveta, uma para cada uma das quatro funções básicas comuns: recepção, transmissão, alimentação e computador de bordo, e o último módulo de acordo com as funções a serem cumpridas pelo satélite.

Cada microssatélite é alimentado por vinte subpainéis idênticos (*chips*), constando cada painel de vinte células de 2 x 2 cm, com eficiência acima de 15% devido ao aproveitamento da retrorreflexão. Com iluminação total, o painel pode fornecer até 15,7 W. No pior caso, ele garante um mínimo de 6,0 W. A energia é armazenada em oito baterias níquel-cádmio tipo aviação, com capacidade de 6 Ah, com tensão máxima de 11,74 e mínima de 9,2 V.

Passados apenas dezesseis dias do lançamento dos microssatélites e dos UoSATS D e E, foi colocado em órbita mais um satélite amador. Foi a vez dos japoneses que, de Tanegashima, lançaram o irmão gêmeo do Fuji/OSCAR-12, ou seja, o JAS-1B, que obteve na órbita o nome OSCAR-20, sendo que, ao mesmo tempo, o Fuji/OSCAR-12 foi desativado devido aos problemas de abastecimento de energia elétrica, insuficiente para o seu consumo no modo D (digital).

No dia 16 de julho de 1990, um foguete chinês March lançou o satélite amador paquistanês BADR-1 com apogeu de 984 km, perigeu de 200 km, período orbital de 96,5 minutos e com inclinação de 28,5°, com emissão-piloto em 145 825 kHz.

Nos fins de janeiro de 1991, os russos lançaram o satélite amador RS-14, que ficou conhecido também como OSCAR-21, uma vez que contou com a substancial colaboração dos radioamadores alemães, especialmente os de Marburg, de Munique e de Hannover. A órbita do OSCAR-21[2] é similar à do OSCAR-8, com altitude de 1 000 km, inclinação de 98° e período orbital de 105 minutos.

A contribuição alemã consta do *transponder* RUDAK-2 (similar, em versão melhorada, do RUDAK-1 a bordo do satélite OSCAR-13), com quatro canais de subida, oito modos de operação e 1 Mbyte de memória RAM.

Alguns dias depois do OSCAR-21, os russos lançaram também o

2. As freqüências e modos de operação do OSCAR-21 constam do Apêndice 12.

satélite amador RS12/13, sucessor do RS 10/11, cuja existência estava umbilicalmente ligada ao Cosmos-1 861, no qual eram residentes.

Assim, no encerramento dos trabalhos deste livro, estavam circulando em órbita catorze satélites amadores ativos, quatro norte-americanos, três ingleses, três russos, um japonês, um paquistanês, um brasileiro e um argentino.

As perspectivas de comunicações por satélite são praticamente ilimitada e o ritmo de desenvolvimento é algo assombroso. As nações que hoje têm milhares de satélites artificiais em órbita iniciaram há trinta e poucos anos atrás com equipamento eletrônico tão primitivo que sequer poderiam ser comparáveis aos que nós, radioamadores[3], temos hoje em órbita.

14.3 Os Primeiros Passos nos Satélites de Órbita Baixa, em Modo A

Para os não iniciados, a operação por satélites constitui um mistério. Muitos acham que se deve investir muito QSJ para se comunicar via satélite. Outros alegam que os operadores atuais fazem segredo para impedir o acesso de outros radioamadores aos satélites. Na realidade, nenhuma destas alegações procede.

A fim de proporcionar uma base sobre a qual novos operadores possam iniciar suas atividades espaciais, este item descreve como iniciar esta atividade sem despender QSJ em equipamento ou acessório adicional; fornece as explicações sobre os conceitos específicos, peculiaridades e técnicas de operação, bem como os elementos numéricos necessários para compreender e desenvolver os cálculos elementares envolvidos na operação, e orientação sobre antenas simples.

Para facilitar as experiências iniciais, vamos limitá-las ao modo A. Já havia *transponders* modo A nos satélites OSCAR-6, 7 e 8, nos de RS-1 a 8, nos RS-10/11, e já há nos RS-12/13 atuais. Todos esses satélites foram e são, por feliz coincidência, de órbita baixa. A transmissão da estação terrena é na faixa de 2 m, e a transmissão vinda do satélite ocorre na faixa de 10 m, sendo esta configuração conhecida pelo nome de modo A.

Para demonstrar como é fácil operar este tipo de satélite, vem aqui o relato de uma experiência pessoal.

3. Para os radioamadores seriamente interessados em trabalhos com satélites, recomendamos a filiação à Radio Amateur Satellite Corporation (AMSAT), 850 Sligo Avenue, Suite 600, Silver Spring, Maryland 20 910, USA, que edita o *The AMSAT Journal*, e/ou à AMSAT UK, 94 Herongate Road, Wanstead Park, London E12 5EQ, que edita o *OSCAR-News* na Inglaterra, e/ou à AMSAT-DL, que edita o *AMSAT-DL Journal* na Alemanha. Os que desejam receber os boletins da NASA, devem solicitá-los ao Goddard Space Flight Center, Code 513, Greenbelt, Maryland 20 771, USA.

O autor iniciou suas atividades de satélite em 1974, com o OSCAR-6, usando meios bem primitivos. Como não dispunha de equipamento de SSB em 2 m, utilizou inicialmente para transmissão o TR72, de 10 W (porém qualquer outro transceptor de 2 m com potência de 10 W ou mais serve para a finalidade). Dispondo de um sintetizador externo, ajustou uma freqüência de transmissão bem no meio da banda de subida do satélite.

Como na época o autor também não possuía antena de 2 m com polarização circular, empregou, para transmissão, a Ringo Ranger já existente; porém, qualquer outra antena de 2 m também serve (a desvantagem do uso de antenas comuns, sem polarização circular, é que o sinal pode sumir periodicamente, na medida em que o satélite gira ao redor de seu próprio eixo, a fim de evitar aquecimento unilateral pelo Sol) (ver Item 14.4). Como não havia manipulador telegráfico adaptado ao transceptor de FM, utilizou o teclado do *autopatch* como telegrafia negativa (ao apertar qualquer botão, a portadora desaparece na recepção de SSB, e, ao soltá-lo, ela reaparece). Todavia, qualquer manipulador simples serve para este fim.

Para recepção, foi necessário dispor de um receptor sensível de SSB/CW que tivesse a faixa de 10 m. O receptor precisa ser sensível mesmo, pois deve compensar a deficiência da antena de pouco ganho. Se não for, deve-se intercalar um pré-amplificador/pré-seletor (ver Item 5.1).

Como antena, não possuindo nenhuma com polarização circular, o autor selecionou, com a chave comutadora, dentre a Yagi 10-15-20, a vertical plano de terra de 11, as V-invertido de 40 e de 80, aquela que, com a polarização momentânea do satélite, forneceu o melhor sinal da emissão-piloto (*beacon*). Durante a passagem do satélite, foi necessário mudar a chave várias vezes, conforme a mudança de polarização do sinal recebido - desconforto que era o preço a pagar para penetrar o espaço com meios improvisados.

Aguardou uma passagem favorável do satélite e pronto, já ouviu seus próprios sinais voltando do espaço, fato confirmado pela variação constante da freqüência, devido ao efeito Doppler. Parece até que a emoção sentida ao ouvir o retorno do próprio sinal do espaço ou ao manter contato via satélite com outro radioamador é inversamente proporcional ao QSJ despendido.

14.3.1 Potência de transmissão

Para não gastar desnecessariamente as baterias dos satélites, não se deve utilizar potências elevadas. Basta dizer que os satélites russos, inclusive os RS-10/11 e 12/13, foram projetados para os radioamadores russos, cuja potência máxima permitida em VHF é de 5 W. Se um radioamador russo aponta sobre

o satélite uma antena de 13 dB de ganho, ele irradiará com 100 W ERP, e, com essa potência, em muitos casos, conseguirá sinal de retorno mais forte do que a emissão-piloto do próprio satélite. A potência de saída de RF dos satélites de série RS é de 8 W.

É mais indicado melhorar a recepção do que aumentar a potência de transmissão. Todavia, quem deseja aumentar sua potência de transmissão em SSB, utilizando linear, deve tomar cuidado, pois a maioria dos lineares vendidos para 2 m, FM, na realidade, não são lineares, mas amplificadores classe C, destinados a uso com FM e com CW. Para serem usados com SSB, existem lineares com chave, mudando o ponto de trabalho dos transistores de classe C para classe AB, e mudando a constante de tempo do relé.

14.3.2 Cuidados a serem observados na recepção

Como foi mencionado acima, na operação de satélites, mesmo de órbita baixa, é mais difícil receber do que transmitir. Não transmita enquanto não tiver boa recepção. Como saber se a recepção é boa?

É muito simples. Procure escutar a emissão-piloto (sinais codificados dos dados de telemetria em código Morse, transmitidos continuamente pelos satélites). É conveniente utilizar na recepção um pré-amplificador/pré-seletor.

Depois de conseguir ouvir bem a emissão-piloto (para este fim pode ser necessário aguardar uma órbita favorável, isto é, uma que passe perto de seu QTH), emita um sinal contínuo e procure sintonizar no receptor seu próprio sinal, na freqüência correspondente. Ao encontrar um sinal contínuo, faça interrupções na transmissão, para fins de identificação positiva.

Aqui vai uma "dica" para aqueles que, não possuindo transmissor de 2 m com SSB, utilizam na transmissão aparelho de HF com transversor de 10 para 2: não deixem passar a antena de recepção através do mesmo transversor, pois, sendo a transmissão e a recepção simultâneas, ele captará interferências que encobrem todos os sinais recebidos do satélite. A antena de recepção de 10 m deve ser ligada diretamente ao receptor, ou, ainda melhor, através de um pré-seletor/pré-amplificador.

14.3.3 Antenas

As antenas utilizadas no início de minhas operações com satélites, e mencionadas no começo deste item, obviamente não são as ideais para tais operações (nem foram feitas para esse fim). Mas também não é necessário, para operar satélites de órbita baixa, utilizar antenas de alto ganho, que concentram

a energia irradiada num feixe estreito, necessitam de rotor de azimute (direção horizontal) e, se possível, rotor de elevação, que, por sua vez, devem ser ajustados conforme calculada a posição do satélite, com base nas coordenadas keplerianas, minuto por minuto, manualmente ou por meio de computador; a não ser que o radioamador queira operá-las em passagens quando eles estiverem tão longe que pouco sobem acima do horizonte.

Para simplificar a vida dos principiantes em satélite, fornecemos no Item 7.16 a descrição de antenas fixas de polarização circular com orientação zenital, com refletor, mais bem conhecidas sob o nome de *turnstile*. Lembramos, todavia, que essas antenas só são eficientes quando o satélite estiver acima de 30° de elevação.

Utilizando antenas onidirecionais (escolhendo cada momento, com o comutador de antenas, o que dá melhor resultado), o radioamador não tem necessidade de conhecer o azimute e a elevação do satélite para dirigir as antenas sobre ele.

14.3.4 Freqüências utilizadas

Como os leitores podem verificar através das tabelas de freqüências de satélites no Apêndice 12, as freqüências utilizadas pelo satélite RS-10/11, em modo A, são as seguintes:

RS-10	**Subida**	**145 860 a 145 900 kHz**	**diferença 116 500 kHz**
	Retorno	**29 360 a 29 400 kHz**	
	Emissões-piloto:	**29 357, 29 403, 145 857, 145 903 kHz**	
RS-11	**Subida**	**145 910 a 145 960 kHz**	**diferença 116 500 kHz**
	Retorno	**29 410 a 29 460 kHz**	
	Emissões-piloto:	**29 407, 29 453, 145 907, 145 953 kHz**	

Para os RS-12 e 13, as freqüências são as seguintes:

RS-12	**Subida**	**145 910 a 145 950 kHz**	**diferença 116 500 kHz**
	Retorno	**29 410 a 29 450 kHz**	
	Emissões-piloto:	**29 4081, 29 4543**	
RS-13	**Subida**	**145 960 a 146 000 kHz**	**diferença 116 500 kHz**
	Retorno	**29 460 a 29 500 kHz**	
	Emissões-piloto:	**29 4582, 29 5043**	

Para o radioamador que não dispõe de equipamento de 2 m, o RS-10/11 oferece durante a semana (de segunda a sexta-feira) o modo K, com os mesmos retornos, porém com subida nas freqüências de 15 m:

RS-10	21 160 a 21 200	diferença de 8 200 kHz
RS-11	21 210 a 21 250	

Para os RS-12 e 13, as freqüências correspondentes são:

RS-12	21 210 a 21 250	diferença de 8 200 kHz
RS-13	21 260 a 21 300	

Conhecendo as diferenças entre as freqüências de subida e de descida, qualquer radioamador pode calcular a freqüência de retorno correspondente a sua emissão, com a diferença apenas do efeito Doppler, correspondente à velocidade relativa do satélite com referência a sua estação.

Devemos lembrar os leitores, neste ponto, que mesmo os russos não continuarão eternamente com os modos A, K e T. O satélite RS-14/OSCAR-21, contruído em colaboração com os radioamadores alemães, opera no modo B nas seguintes freqüências:

Transponder 1
Subida 435 102 a 435 022 kHz
Descida 145 852 a 145 932 kHz
Potência: 10 W máxima
Emissão-piloto: 145 822 kHz, 0,2 W
Freqüência de tradução: 580 954 kHz

Transponder 2
Subida 435 123 a 435 043 kHz
Descida 145 866 a 145 946 kHz
Potência: 10 W máxima
Emissão-piloto: 145 948 kHz, 0,2 W
Freqüência de tradução: 580:989 kHz

O RS-14/OSCAR-21 tem *transponder* tanto para SSB e CW como para armazenagem de mensagens digitais. Gira numa altitude de 1 000 km, com

inclinação de 98°, similar à órbita do OSCAR-8, que, em sua época, era um dos mais populares entre os radioamadores.

14.3.5 Efeito Doppler

Quando se ouvem os sinais de um satélite em movimento (não-geoestacionário), cuja distância varia em relação à nossa estação podemos perceber que a freqüência de sua emissão-piloto está constantemente diminuindo, devido à variação da distância. O satélite vai-se aproximando com alta velocidade relativa, quando ainda está longe, esta velocidade diminui até o ponto onde passa tangencialmente à nossa posição (neste instante o efeito Doppler é zero), e depois vai-se afastando de nossa estação com velocidade sempre crescente até desaparecer no horizonte. Devido a essas velocidades relativas, começamos a captar o satélite acima de sua freqüência nominal; a freqüência de recepção diminui constantemente até a perda do sinal do satélite que sai do alcance de nossa estação. Assim sendo, o radioamador tem de reajustar sua freqüência de recepção durante a passagem do satélite.

Há uma exceção estabelecida por radioamadores: quando uma rede de radioamadores, da mesma área, faz contato por satélite, o coordenador da rede aumenta continuamente sua freqüência de transmissão para que toda a rede possa captá-lo sem necessitar de reajuste de freqüência nos receptores.

14.3.6 Escolha das órbitas

Para obter um sinal do satélite, devemos escolher órbitas que não passem a mais de 30° de longitude para leste ou para oeste de nosso QTH. Essa regra, com bom equipamento e em casos favoráveis, permite o uso de até três órbitas subseqüentes de um satélite; porém, com meios simples, só podemos usar uma. As órbitas do RS-10/11 têm incremento por órbita de 26,23° e as do RS-12/13 são previstas para 26,25°. A órbita mais favorável é aquela que passa acima do QTH, e esta é a que devemos utilizar no início de nossas atividades.

As órbitas dos satélites não são exatamente norte-sul, nem são exatamente polares. O satélite RS-10/11 e o RS 12/13 tem uma inclinação de 82,9°.

Para encontrar as órbitas dos satélites amadores, não se pode mais contar com o almanaque anual da AMSAT, que não o publica há alguns anos (ver Item 14.4.). Os radioamadores estadunidenses, canadenses e mexicanos podem utilizar os boletins semanais enviados pela NASA, que indicam, além das coordenadas keplerianas atualizadas, as passagens dos satélites nos próximos dias. Para os radioamadores de outros continentes, o boletim da NASA,

via de regra, chega de cinco a dez dias depois de enviado, conseqüentemente eles só podem utilizar as coordenadas keplerianas para atualizar o programa em seus computadores (ver a solução para os satélites Sol-síncronos Item 14.12).

Para os outros satélites, a grande maioria dos radioamadores dos países de línguas ibéricas tem que recorrer aos boletins da W1AW. As tabelas de órbitas divulgadas pela estação W1AW, da liga norte-americana ARRL, em seus boletins de modos digitais às 02:00 h, 05:00 h e 23:00 h UTC (durante a vigência do horário de verão norte-americano às 01:00 h, 04:00 h e 22:00 h UTC), indicam para todos os satélites de radioamadores ativos, para os dois dias subseqüentes, os horários e longitudes de cruzamento equatorial sul-norte das órbitas de referência.

Órbita de referência é a primeira em um dia UTC, quando o satélite corta o equador pela primeira vez no sentido sul-norte. O dia UTC começa, evidentemente, às 00:00 h de Greenwich (ver mais detalhes e freqüências no Item 14.4).

Girando a Terra de oeste para leste, o deslocamento aparente dos satélites é o oposto, ou seja, de leste para oeste, com o incremento já citado.

O tempo que decorre entre duas órbitas subseqüentes dos satélites RS-10/11 e RS-12/13 é de 105 minutos, correspondendo a sua altitude média de 1 000 km sobre o nível médio do equador (ver Fig. 14.1).

Conhecendo o tempo correspondente a cada passagem, o incremento longitudinal de cada passagem, e a órbita de referência do mesmo dia, qualquer estudante que utilizar uma calculadora de bolso, ou até mesmo cálculo manual, pode encontrar as órbitas favoráveis dos satélites e os períodos das possíveis comunicações durante essas órbitas[4].

Um lembrete final para os operadores de satélite: ao enviar o cartão QSL, indicar a faixa utilizada como "modo A" ou "145/29" (no caso dos satélites da série RS) e mencionar o nome do satélite: "Via RS...". A indicação do número da órbita é opcional.

4. Mais detalhes sobre o encontro de órbitas e outros aspectos de mecânica celeste, aplicados na recepção de satélites que se aplicam para os satélites polares de baixa órbita em geral, encontram-se no item sobre os microsatélites (ver Item 14.4).

14.4 As Órbitas Solares dos Microssatélites e o Satélite Amador Brasileiro OSCAR-17

Contrariamente aos satélites amadores norte-americanos, russos, japoneses e argentinos - destinados para fins de comunicação entre radioamadores -, e os ingleses e paquistaneses destinados para fins científicos e para o desenvolvimento de novas tecnologias em satélites, o objetivo vislumbrado pelo idealizador e realizador do satélite OSCAR-17 foi levar às escolas do mundo o contato direto e em tempo real com o mundo dos satélites. Assim sendo, a função do satélite teria sido a de retransmissão, em voz digitalizada, de mensagens de estudantes não-radioamadores para o mundo inteiro, para os estudantes de outras escolas e para o público em geral.

A escolha imprópria da função e a inexistência de função alternativa tornaram o satélite amador OSCAR-17 sem utilidade, como veremos no fim deste item.

Assim sendo, este item tem como principal objetivo familiarizar o leitor com os aspectos principais das órbitas dos quatro microssatélites e dos dois satélites amadores ingleses lançados na noite de domingo, 21 de janeiro de 1990, hora de Brasília (ou segunda-feira, 22 de janeiro de 1990 às 01:35 h UTC).

Até há alguns anos atrás, a AMSAT editava anualmente um almanaque indicando todas as passagens previstas dos satélites amadores ativos durante o respectivo ano. Essa previsão era exata para os satélites com órbita de mais de 1 000 km de altitude, porém se desviou da realidade no caso dos satélites de órbita mais baixa, do OSCAR-11 e, especialmente, do OSCAR-9, cujo arrasto com as partículas da atmosfera superior era imprevisível.

Com a proliferação do uso de computadores, os usuários de satélites amadores deixaram de consultar o almanaque da AMSAT. Basta ter um computador, um bom programa para o cálculo de órbita adequado ao mesmo computador, e as últimas coordenadas keplerianas dos satélites de interesse fornecidos semanalmente pela NASA, com os quais os dados do programa são constantemente atualizados, e já podemos calcular qualquer passagem de satélites de nosso interesse. Assim, a AMSAT não continuou a publicar o almanaque.

Visto que, na maioria dos países de línguas ibéricas, os radioamadores que recebem os boletins de previsão da NASA recebem-no com muito atraso (depois da última passagem do satélite que nele consta), cabe dar aqui uma informação útil que facilitará encontrar as passagens. Uma semana tem sete vezes 1 440 minutos, ou seja, 10 080 minutos. Podemos com esse número

calcular que os microssatélites fazem quase exatamente cem passagens por semana. Assim sendo, os radioamadores que recebem as previsões de órbita com muito atraso podem utilizar os horários e as longitudes de cruzamento equatorial do boletim da semana anterior (ou de duas semanas anteriores), acrescentando cem por semana ao número de órbitas.

Em outras palavras, as passagens se repetem no mesmo dia e quase na mesma hora de cada semana. As variações a curto prazo não excedem poucos minutos em tempo e alguns graus em latitude (ver Item 14.12).

O que faz quem não tem computador ou não tem o programa adequado e não recebe da NASA os boletins de previsão de passagens e das coordenadas keplerianas?

A solução é recorrer aos boletins em teletipo da W1AW, estação oficial da liga norte-americana ARRL, que divulgam os horários e as longitudes do cruzamento equatorial das órbitas de referência de todos os satélites de radioamadores ativos.

Os horários[5] e freqüências das transmissões mais importantes são as seguintes:

a. Radioteletipo (RTTY, ASCII e AMTOR/FEC)

• Freqüências utilizáveis fora dos EUA: 14 095, 21 095, 28 095 kHz;

• Horários durante a vigência de hora padrão norte-americana: 02:00 h, 05:00 h e 23:00 h UTC;

• Horários durante a vigência de hora verão norte-americana (*daylight-saving time*): 01:00h, 04:00 h, 22:00 h UTC.

b. Boletins de voz

• Freqüências utilizáveis fora dos EUA: 14 290, 21 390 e 28 590 kHz (todos com tipos de emissão USB);

• Horários durante a vigência de hora padrão norte-americana: 02:45 h e 05:45 h UTC;

• Horários durante a vigência de hora verão norte-americana: 01:30 h, 04:30 h UTC.

Conhecendo os dois parâmetros essenciais da órbita de referência do dia, todas as demais passagens podem ser facilmente calculadas, como veremos mais tarde, ainda neste item.

5. Os horários indicados podem mudar de acordo com o critério da ARRL.

O que faz quem, além de não possuir programa para o computador nem as coordenadas keplerianas, sequer tem condições de captar os boletins de W1AW?

Foi para essa grande maioria de interessados que os idealizadores dos microssatélites optaram por órbita Sol-síncrona. Com isso eles evitavam que os satélites passassem perto de nós em um dia às quatro horas da madrugada, em outro dia às onze horas da noite, em outro ao meio-dia, e assim por diante, em horários muitas vezes inconvenientes e somente previsíveis por meio dos métodos acima descritos. Além disso, com a órbita Sol-síncrona eles asseguravam, para o OSCAR-17, todos os dias, no mínimo duas passagens no horário escolar, no mundo inteiro.

Um satélite de órbita Sol-síncrona aparece no mesmo local todo dia e nos mesmos intervalos de hora solar. O que é hora solar?

Antes de tudo, devemos lembrar que a hora legal, geralmente adotada no mundo inteiro, se baseia em fusos horários. A hora legal de Brasília se refere à hora solar de 45° W de longitude, a hora legal de Manaus se refere a de 60° W de longitude, a hora legal do Acre se refere a de 75° W de longitude e a hora legal de Fernando de Noronha se refere a de 30° W de longitude (Ver Item 1.10.).

Nas longitudes diferentes, para cada grau de diferença de longitude para menos, deve-se adiantar o relógio solar por quatro minutos, e para cada grau de diferença de longitude para mais, deve-se atrasar a hora solar por quatro minutos em relação à hora legal. Quando a hora legal é de verão, deve-se atrasar a hora solar por sessenta minutos, pois o giro da Terra ao redor do Sol não toma conhecimento de regulamentos governamentais.

Assim sendo, sabemos transformar a hora legal em hora solar. Na prática, a tarefa não é tão difícil como parece na teoria, pois basta calcular uma só vez para a nossa estação, e se esta estiver muito perto do meridiano central de seu fuso horário, como São Paulo, cuja longitude de 46° só difere em um grau do meridiano da hora legal, podemos utilizar, sem qualquer prejuízo, a hora legal padrão (durante a vigência da hora de verão, deduzir uma hora da hora de verão para obter a hora legal padrão).

Esta distinção entre a hora solar e a hora legal padrão (fora da hora de verão) não faz muita diferença para o radioamador que deseja captar os sinais dos microssatélites, entre eles, o OSCAR-17. As janelas de passagem desses satélites são, como veremos abaixo, de quatro horas, e as diferenças da hora legal para a hora solar raramente excedem a quarenta minutos (na maioria dos casos, quando excedem este valor, já caem no fuso horário seguinte).

Mesmo assim, damos aqui as diferenças da hora solar com relação à hora legal padrão para algumas cidades de maior interesse dos leitores:

Cidades	Minutos
Brasília	− 12
Rio de Janeiro	+ 8
São Paulo	− 4
Manaus	0
Recife	+ 40
Salvador	+ 28
Curitiba	− 16
Porto Alegre	− 24
Montevidéu	− 44
Buenos Aires	− 54
Assunção	+ 8
La Paz	− 32
Caracas	− 28
Lisboa	+ 22
Madri	− 15
Luanda	+ 8

Os microssatélites têm dois períodos diários de passagem no mesmo local da Terra. No período da manhã, entre 08:30 h e 12:30 h solar, ele tem duas ou três passagens no sentido norte-sul, e no período da noite, entre 20:30 e 00:30 h solar, também duas ou três passagens, mas no sentido sul-norte.

Em cada período de passagens de quatro horas, a primeira passagem fica ao nosso leste e a última passagem ao nosso oeste. Em sendo três passagens no período, a do meio, com toda certeza, passará bem perto de nosso local, oferecendo condições ideais de recepção para qualquer receptor, por mais simples que seja.

Como foram conseguidas para os microssatélites órbitas sincronizadas com o Sol?

Para ter órbita Sol-síncrona (sincronizada com o Sol), a altitude e o ângulo de inclinação dos satélites têm a inter-relação indicada pelo gráfico da Fig. 14.2.

Para os iniciados, a curva corresponde à equação:

$$i = \arc\cos\left[-(0{,}09910)\left(\frac{r}{6.378}\right)^{3{,}5} \right], \text{ onde}$$

i = ângulo de inclinação;
r = distância do satélite ao centro do globo terrestre;
6 378 é o raio médio equatorial da Terra em km.

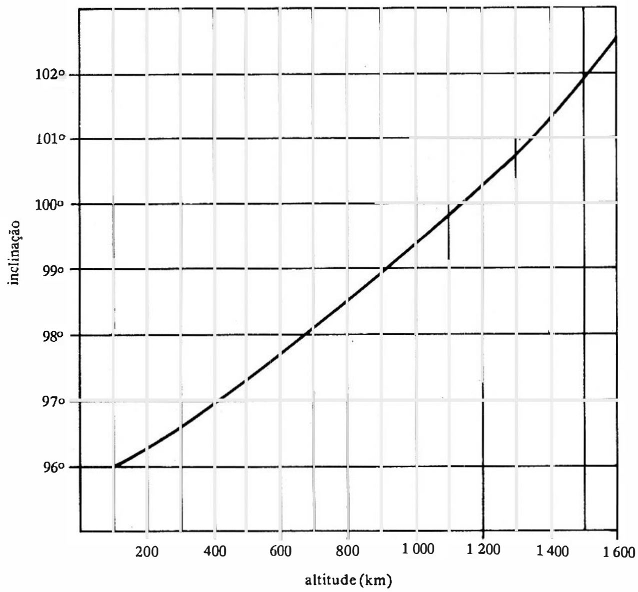


Fig. 14.2 Inter-relação da altitude e do ângulo de inclinação de órbita de satélites Sol-síncronos.

Como calcular os horários de passagem dos microssatélites?

Se não utilizamos nenhum dos métodos anteriormente descritos, basta captar uma única vez no período, e podemos calcular facilmente as outras passagens. Para isto, devemos conhecer a diferença de tempo de uma passagem para a outra.

Sabemos que os microssatélites têm uma altitude média de aproximadamente 800 km. De acordo com o gráfico que demonstra a inter-relação da altitude média e do tempo de revolução, conforme a terceira lei de Kepler (T^2/a^3 constante), o seu tempo de revolução é de 100,8 minutos, ou seja, 1 hora e 40,8 minutos. Com esse valor, podemos calcular, de cada passagem, a hora da passagem subseqüente.

Agora vamos ver como calculamos as passagens para o dia seguinte. Sabemos que o tempo necessário para cada revolução é de 100,8 minutos. Conseqüentemente, o tempo para catorze revoluções inteiras é de 1 411,2 minutos, ou seja, 28,8 minutos a menos do que os 1 440 minutos que perfazem

o dia solar. Isso significa que no dia seguinte, cada passagem dos satélites ocorrerá 28,8 minutos antes, o que permite calcular as passagens para os dias subseqüentes. Quando a primeira passagem calculada antecede o início do intervalo indicado, basta adicionar 100,8 minutos à última passagem do dia anterior para servir como base para o cálculo da última passagem do dia subseqüente.

Tendo uma semana exatamente 10 080 minutos, fica ainda mais fácil calcular as órbitas para uma, duas ou três semanas mais tarde, cálculo especialmente importante para radioamadores que recebem os boletins de previsão de órbitas da Goddard Space Flight Center da NASA com uma, duas ou três semanas de atraso. Basta adicionar, para cada semana de atraso, cem órbitas, alguns minutos e aumentar a longitude em, no máximo, alguns graus, para encontrar os horários de passagem e as longitudes de cruzamento equatorial no sentido sul-norte (ver Item 14.12).

A diferença entre as passagens diurnas e noturnas não é somente as sete vezes 100,8 minutos correspondentes às sete voltas (metade de catorze), mas também a meia volta dos satélites do equador até o equador do outro lado (pois a passagem de manhã é norte-sul e de noite sul-norte), e ainda duas vezes a diferença de tempo entre o equador e o nosso local (na ida e na volta), correspondendo em São Paulo (latitude de 23°) a duas vezes 6,5 minutos, ou seja, 13 minutos.

Assim sendo, a diferença de tempo entre uma passagem em São Paulo e no Rio de Janeiro, de manhã (norte-sul), e a sétima passagem, de noite (sul-norte), é (7,5 x 100,8 minutos) - 13 minutos = 743 minutos, ou seja, 12 horas e 23 minutos.

A diferença de tempo entre as passagens noturnas (sul-norte) e a subseqüente diurna (norte-sul) é maior, ou seja, (7,5 x 100,8 minutos) + 13 minutos = 769 minutos, ou seja, 12 horas e 49 minutos.

Para as cidades situadas em outras latitudes, essa diferença com relação a 7,5 voltas também é diferente de São Paulo e Rio de Janeiro. Por exemplo:

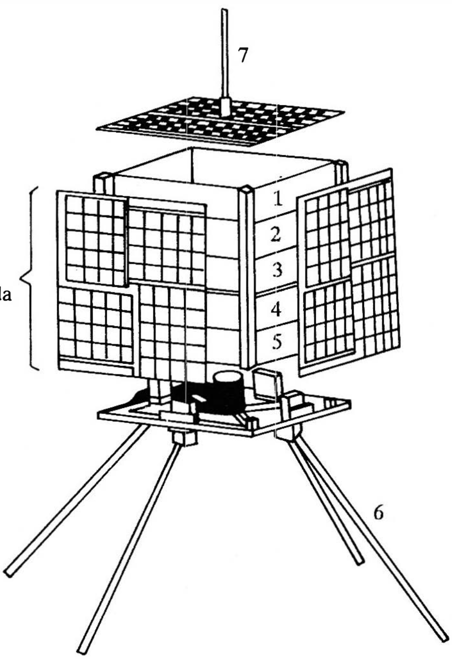
Cidades	Minutos
Brasília	9
Curitiba e Assunção	14
Porto Alegre	17
Montevidéu e Buenos Aires	20
Luanda	2

Nas cidades situadas no hemisfério Norte, a diferença é do sentido oposto:

Cidades	Minutos
Caracas	– 6
Lisboa	– 22
Madri	– 23

Agora que assimilamos conceitos elementares de mecânica celeste, podemos calcular as órbitas dos satélites e escutá-los com um receptor de 2 m (possivelmente na passagem central dos dias, quando caem três passagens no intervalo, e que é a passagem mais favorável).

Quando estiver ligada a emissão-piloto de 2 m com a telemetria, qualquer radioamador que possuir Packet Radio pode copiar os valores de 59 parâmetros com velocidade de 1 200 bauds. Para poder entender e interpretar os dados de telemetria fornecidos pelos satélites, devemos conhecê-los de perto (ver Fig. 14.3).



1. receptor de comunicação para captar as instruções
2. computador IHU
3. módulo de potência, carregador e bateria Ni-Cad
4. módulo de função
5. transmissor de 145,825 kHz
6. antena de transmissão de 145,825 kHz
7. antena de recepção

Fig. 14.3 Os componentes principais do microssatélite amador O-17.

Quais são as considerações principais motivadas pelo ambiente espacial que tiveram que ser levadas em consideração no projeto dos microssatélites?

Os painéis solares dos satélites têm eficiência de 15% na temperatura de 5°C. Com temperatura mais elevada, a eficiência cai substancialmente. A elevada eficiência foi obtida através do aproveitamento da retrorreflexão. As baterias de acumuladores níquel-cádmio operam melhor entre +5° e -5°. No frio elas morrem, e o calor encurta sua vida útil. Se os satélites não girassem, poderiam ter +100° C de um lado e -100°C do outro lado. Por isto, eles giram lentamente ao redor de dois eixos. O primeiro giro é ao redor do eixo vertical, de acordo com a Fig. 14.4.

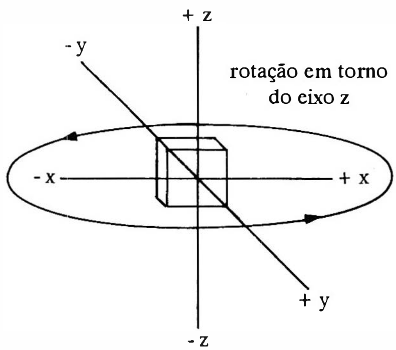


Fig. 14.4 Rotação dos muitos satélites ao redor do eixo Z.

O que faz girar o satélite ao redor de seu eixo vertical?

Os quatro elementos de antena de transmissão, situados no fundo do satélite, são pintados de branco de um lado e de preto do outro. Os fótons da luz do Sol atingem tanto o lado branco como o lado preto. Todavia, enquanto o lado preto absorve a luz e o impacto dos fótons, o lado branco os reflete e assim sofre um impacto maior do que o lado preto.

Para manter a velocidade de rotação constante, barras de amortecimento de histerese são aplicadas no satélite em paralelo com o eixo X, as quais, girando no campo magnético da Terra, absorvem a energia quando a velocidade de rotação começa a aumentar. Assim podemos esperar que a velocidade de rotação ao redor do eixo fique entre 0,2 e 5 rpm.

A segunda rotação, de cabeça para baixo e depois para cima, é obtida por meio de um ímã. Tendo os microssatélites órbita polar, eles passam em cima dos dois pólos magnéticos da Terra. Assim, durante uma metade de cada

órbita, os satélites ficam com cabeça para cima e, na outra metade, com cabeça para baixo (ver Fig. 14.5).

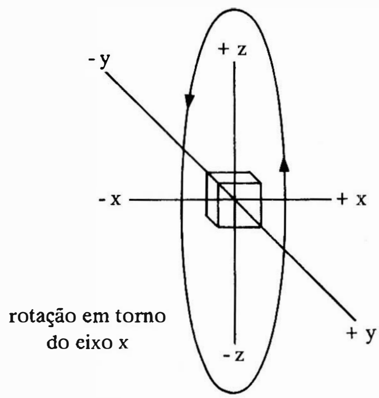


Fig. 14.5 Rotação dos microssatélites ao redor do eixo X.

Na transmissão dos dados de telemetria através de Packet Radio, tanto a numeração dos canais quanto os dois dígitos representativos da telemetria são expressos pelo Sistema hexadecimal. Como exemplo para esse sistema, damos aqui um dos blocos de telemedição como registrado na revolução 5 755 do OSCAR-17, na estação PY2AH:

DOVE -1| TLM:00:59 01:5A 02:82 03:30 04:58 05:59 06:60 07:56 08:6A 09:78 0A:A2 0B:D8 0C:E9 0D:D7 0E:02 0F:25 10:D0 11:AC 12:00 13:04 14:98 15:90 16:92 17:8C 18:8D 19:8D 1A:8E 1B:83 1C:91 1D:90 1E:28 1F:5F 20:BA 21:A9 22:7D 23:28 24:22 25:2A 26:01 27:02 28:02 29:01 2A:02 2B:01 2C:01 2D:28 2E:02 2F:9E 30:CC 31:9D 32:14 33:E5 34:B4 35:91 36:9F 37:9D 38:9A.

Para os que não estão familiarizados com o sistema hexadecimal utilizado no satélite brasileiro, damos aqui algumas informações:

Algarismo hexadecimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Valor no sistema decimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Cada dígito, na última casa, é multiplicado por um (16^0), na penúltima por dezesseis (16^1), e assim por diante. Assim, o valor da linha 20 (ou seja, linha 32 no sistema decimal), vemos a combinação BA que representa no sistema decimal 11 x 16 + 10 = 186.

Dos números indicados, as potências podem ser calculados por meio de equações de segundo grau, e os demais parâmetros por meio de equações de primeiro grau.

Como interpretar os valores de parâmetros apurados? Vamos dar um exemplo:

Parâmetros	Temperatura (°C)	Corrente (mA)
eixo – x	14	450
eixo + x	43	45
eixo – y	52	435
eixo + y	-18	30

O que sabemos disto?

O eixo -Y não somente está bem iluminado pelo Sol (435 mA), mas também já recebe esse Sol há bastante tempo, pois sua temperatura chegou a 52°C. O eixo -X acabou de virar-se para o Sol, pois, embora tenha corrente de painel elevada (450 mA), sua temperatura ainda é baixa (14°C). Por outro lado, o eixo +Y já está há bastante tempo na sombra, pois, além de ter corrente de painel solar baixa, sua temperatura baixou a -18°C. A diferença de temperatura de 70°C (entre o eixo -Y, de 52°C, e +Y, de -18°C) chama-se gradiente de temperatura.

Comparando os blocos de telemedição, pode-se perceber a variação dos valores entre medições subseqüentes.

Por que não pode entrar em funcionamento o satélite amador brasileiro com as mensagens de estudantes para os estudantes e para o público em geral de outros países?

Como qualquer candidato a radioamador classe C deve aprender para passar na prova de legislação, o capítulo VI, artigo 11, parágrafo 2º, do regulamento do serviço de radioamador, aprovado pelo Decreto n. 91 836, de 24 de outubro de 1985, estipula: ''As estações de radioamador não poderão ser utilizadas para transmitir comunicados internacionais procedentes de terceira pessoa ou destinados a terceiros''.

O regulamento brasileiro do serviço de radioamador atende às diretrizes da União Internacional de Telecomunicações (órgão das Nações Unidas) que proíbem, no serviço internacional de radioamador, a transmissão de mensagens oriundas de terceiros não-radioamadores e/ou destinados a terceiros não-radioamadores, salvo se existirem acordos "Third-Party Traffic Agreement" entre os governos dos países envolvidos.

Tendo surgido, pois, dúvida fundamentada quanto à legalidade de retransmissão de mensagens de paz de estudantes não-radioamadores, destinados a professores e estudantes também não-radioamadores e ao público em geral, foi consultada, pela AMSAT e pela NASA, a Comissão Federal de Comunicações dos Estados Unidos (FCC), cujo Private Radio Bureau, não podendo contrariar a proibição taxativa da União Internacional de Telecomunicações e os próprios regulamentos norte-americanos, não tinha outra escolha senão declarar que considera ilegal a transmissão internacional, em escala mundial, de mensagens de não-radioamadores.

Como primeiro resultado da posição da FCC, o Goddard Space Flight Center da NASA, em Greenbelt, Maryland, suspendeu a divulgação das coordenadas keplerianas e das passagens do satélite brasileiro, mas alguns meses mais tarde, depois que foi assegurado que não haveria retransmissão de mensagens de não-radioamadores, reiniciou sua publicação.

O parecer da FCC deixou ainda em situação embaraçosa a AMSAT, que seguiu rigorosamente todos os regulamentos daquele órgão, desde o lançamento do OSCAR-1 há trinta anos, em 12 de dezembro de 1961, e cujos integrantes construíram os microssatélites. Acontece que as leis norte-americanas co-responsabilizam criminalmente os fabricantes de equipamentos de radiocomunicação destinados a fins ilegais; assim o uso do satélite brasileiro para os fins que lhe eram previstos teria exposto os dirigentes da AMSAT, que o construíram, a processo criminal. Assim, os próprios dirigentes da AMSAT solicitaram ao patrocinador do satélite amador brasileiro que ele desistisse de sua única finalidade.

De qualquer forma, o microssatélite brasileiro OSCAR-17 foi um marco no mundo espacial: entre os 20 439 satélites postos em órbita antes dele, desde o primeiro Sputnik, havia numerosos deles que não puderam entrar em funcionamento por motivos técnicos; o OSCAR-17 é, todavia, o primeiro que não pôde entrar em funcionamento por motivo legal.

14.5 Como Ter Estação no Espaço sem Lançar Satélite Próprio?

O primeiro equipamento amador a operar no espaço sem necessitar de lançamento foi o ISKRA-2, montado com a ajuda de estudantes do Instituto de Aviação de Moscou. Alimentado por células solares, e contendo um *transponder*, uma emissão-piloto, canal de comando, sistema de telemetria e memória, ele foi solto manualmente através da comporta de vácuo da estação espacial Salyut-7 no dia 17 de maio de 1982. O *transponder* era em modo K, subida em 21 230 a 21 270 kHz e retorno em 29 580 a 29 620 kHz, isto é, com de 40 kHz de largura e emissão-piloto em 29 578 kHz. Ele tinha problemas de recepção/decodificação no sistema de comando, mas, mesmo assim, serviu para testar materiais, enlaces, sistemas etc., até o seu reingresso na atmosfera, em 9 de julho de 1982, 53 dias após o seu lançamento.

No dia 18 de novembro de 1982, o mesmo Salyut-7 soltou da mesma forma o ISKRA-3, com emissão-piloto em 29 583 kHz, porém este sofreu desde o início graves problemas de superaquecimento.

O primeiro pacote norte-americano a operar no espaço foi idealizado e executado pelo Marshall Amateur Radio Club, WA4NZD, com a experiência Marshall Amateur Radio Club Experiment (MARCE), levado de carona na missão STS 61-C da espaçonave Columbia, em 19 de dezembro de 1985. Durante o vôo da Columbia, ele esteve ligado 11 horas e 45 minutos no primeiro dia, 7 horas e 55 minutos no segundo dia e 6 horas e 40 minutos no terceiro dia, para aproveitar ao máximo a carga de 50 Ah de sua bateria.

Equipado com transmissor de 5 W na freqüência de 435 033 kHz, em freqüência modulada e com antena dipolo de meia onda (34 cm) de polarização linear, ele transmitiu uma série de parâmetros, como temperatura e pressão do ar no recipiente, temperatura, tensão e corrente da bateria. Além das suas experiências radioamadorísticas, o MARCE executou experiências de ligas, fisiologia de plantas e de crescimento de cristais na ausência da gravidade. Uma bateria de pilhas alcalinas tamanho D garantiu a conservação dos dados colhidos na memória do pacote durante meses após o seu retorno à terra, junto à espaçonave Columbia.

14.6 STS[6], MIR e os Radioamadores em Órbita

Para inciar o ciclo de Shuttle Amateur Radio Experiment (SAREX), o primeiro radioamador a operar do espaço foi Owen Garriott, W5LFL, lançado

6. STS é abreviatura de Space Transportation System, conhecido popularmente como ônibus espacial.

a bordo da missão STS-9 da Columbia, em 28 de novembro de 1983, às 16:00 h UTC. Em seguida, na missão F-51 da Challenger, lançada em 29 de julho de 1985, operou Tony England, W0ORE, acompanhado pelo radioamador John David Bartoe, W4NYZ.

Da missão 61-A da Challenger, lançada em 30 de outubro de 1985, operaram os radioamadores alemães Ernst Messerschmidt, DG2KM, e Reinhard Furrer, DD6CF, junto ao radioamador holandês Wubbo Ockels, PE1LFO, tendo a estação utilizado o indicativo DP0SL.

Na missão STS-35 a bordo da espaçonave Columbia, realizada nos fins de 1990, o astronauta Ron Parise, WA4SIR, efetuou numerosos contatos automáticos por Packet Radio (ver detalhes no Item 15.6). Baseando-se predominantemente em transmissão automática, ele não mais utilizou a antena adotada em missões anteriores, situada em uma das janelas do *deck* superior (que teve de ser removida cada vez que a utilização da janela foi necessária para observação ou para fotografia), mas instalou sua antena de quadro, projetada e construída por voluntários do clube de radioamadores da Motorola, em Shaumburg, Illinois, ao redor de uma janela lateral, geralmente não utilizada durante o período em que o ônibus espacial se encontra em órbita.

A missão STS-37 do ônibus espacial[7] entrou na história como a primeira com uma tripulação composta inteiramente de radioamadores. Participaram dela:

- Comandante: Steve Nagel, N5RAW;
- Piloto: Ken Cameron, KB5AWP;
- Especialista: Jay Apt, N5QWL;
- Especialista: Linda Godwin, N5RAX;
- Especialista: Jerry Ross, N5SCW.

Eles levaram equipamento para transmissão de voz, contato por Packet Radio, SSTV (bilateral) e ATV em cores (só da Terra para a espaçonave).

Como regra, quase geral, podemos constatar que os radioamadores astronautas escolhem como freqüência de transmissão 145 550 kHz, bem no começo da subfaixa de satélites, utilizando como freqüência principal de recepção 144 950 kHz (a decalagem de 600 kHz facilita a utilização de transceptores que não tenham programação dupla), e como freqüências adicionais

7. Informações sobre o horário de operação e de repouso dos astronautas no ônibus espacial encontram-se no Apêndice 11.

de recepção, também 144 910, 144 930, 144 970 e 144 990 kHz. Eles também podem operar *simplex* em 145 550 kHz.

É interessante notar que as freqüências utilizadas pelos radioamadores a bordo do ônibus espacial são as mais baixas utilizadas pela espaçonave. Mesmo a faixa de VHF da espaçonave somente é usada para as comunicações em voz entre a nave e seus astronautas em atividades extraveiculares, em 274,0 MHz, bem como depois da reentrada em comunicações com a base e com o avião de escolta que lhe assiste na aterrissagem, em 296,8 MHz (primário), 259,7 MHz (secundário) ou 243,0 MHz (emergência). Afora estas exceções, todos os contatos com a Terra são na banda S (1,7-2,3 GHz) e na banda Ku (15,25-17,25 GHz). No lançamento, a base emite em 2 106,4-2 041,9 MHz em missões civis e em 1 831,8-1 775,7 MHz em missões militares. A espaçonave responde em 2 287,5 MHz-2 217,5 MHz em ambos os casos. Como podem verificar, além de freqüência primária, é alocada uma freqüência secundária em ambos os casos. Para transmissão de dados, de telemetria e de televisão, a espaçonave transmite também na banda S em 2,25 e em 2,205 GHz.

Como se vê, todos os contatos vitais são efetuados na banda S e entre 240 e 300 MHz. Na banda Ku, devido ao comprimento de onda menor, o ganho é muito elevado, com um ângulo de abertura muito pequeno. Mesmo conhecendo a direção aproximada pelo radar ou pela antena banda S, a antena banda Ku leva três minutos para encontrar a direção exata com um movimento espiral centrípeto.

Da estação espacial russa MIR, já vários astronautas mantiveram contatos com radioamadores da Terra em 2 m, na freqüência de 145 550 kHz. Os astronautas russos utilizam para a estação o indicativo U-um algarismo-MIR, onde o algarismo identifica o astronauta operador. Eles utilizam tanto fonia em FM quanto Packet Radio.

14.7 Conhecimentos Elementares sobre Reflexão Lunar

Este sistema avançado de comunicação espacial utiliza, como refletor passivo, o satélite natural de nosso planeta. Embora este processo requeira consideravelmente mais recursos técnicos do que a comunicação via *transponders* instalados nos satélites de radioamadores, procuramos apresentá-lo de forma compreensível para os leitores.

Antes de tudo, vejamos alguns valores básicos de medidas da Lua. Ela tem um diâmetro de 3 475 km e se situa entre 356 334 e 406 610 km da Terra, apresentando, portanto, um alvo circular de aproximadamente 0,5° de diâmetro. Este 0,5° deve encontrar-se dentro do lóbulo principal das antenas de transmis-

são e recepção. O ângulo de abertura média (entre horizontal e vertical), referente a pontos de meia potência das antenas em função do ganho em dBi, é mostrado na Tabela 14.2.

TABELA 14.2
Ângulo de Abertura Média, Referente a Pontos de Meia Potência das Antenas, em Função do Ganho em dBi

ganho (dBi)	20	21	22	23	24	25	25,5	26,5	27	28	29	30	32	33	35	38	41
ângulo médio (graus)	22	20	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2

Uma vez atingida a Lua, ela absorve aproximadamente 93% da energia recebida, refletindo 7%, o que corresponde a uma perda de 11,5 dB (em freqüências acima de 1 GHz as perdas são um pouco maiores; abaixo de 100 MHz, um pouco menores do que a média indicada).

Comunicação via reflexão lunar é uma conquista relativamente nova, ainda mais para o radioamador. Apenas há cinqüenta anos atrás, os cientistas conseguiram, pela primeira vez, captar sinais de rádio refletidos pela Lua, sendo considerada a primeira experiência no gênero da história da astronomia, que até então se baseava exclusivamente em observações.

O primeiro contato via reflexão lunar no serviço de radioamador foi em 1960, em 144 MHz, entre Bill Conkel, W6DNG, e Lenna Suominen, OH1NL; no mesmo ano, em 1 296 MHz, aconteceu outro entre o Rádio Clube da EIMAC, W6HB, e a Rhododendron Swamp VHF Society, W1BU.

Hoje em dia, há amadores que utilizam antenas parabólicas giratórias com dezenas de metros de diâmetro, para contatos por reflexão lunar. Outros radioamadores chegam a usar nitrogênio líquido para refrigerar os primeiros estágios do receptor, a fim de reduzir o seu nível de ruído.

Para os radioamadores que somente possuem equipamento de 2 m, há possibilidade de efetuar comunicações Earth-Moon-Earth (EME) também naquela faixa. Aproximadamente a metade dos participantes dos contestes de comunicações por reflexão lunar, organizados pela ARRL, faz seus contatos na faixa de 144 MHz. Houve participantes que conseguiram contato em 2 m por reflexão lunar utilizando uma só antena Yagi, porém a estação por eles contactada tinha ganho de antena muito maior.

O cálculo do sinal de retorno da Lua e da sensibilidade do receptor é o seguinte: *a.* potência de saída do transmissor em dBW (decibéis em relação a 1 W), menos *b.* perdas do cabo coaxial, mais *c.* ganho da antena de transmissão

em dBi (decibel em relação à antena isotrópica), menos *d*. perda de propagação no espaço livre na ida (dependendo da freqüência e da posição da Lua), menos *e*. perda de reflexão na Lua (dependendo da freqüência), menos *f*. perda de propagação no espaço livre na volta (igual a *d*), mais *g*. ganho da antena (igual a *c*), menos *h*. perdas do cabo coaxial (igual a *b*). Sensibilidade do receptor em dBW (decibéis em relação a 1 W em 50 Ω).

Para facilitar o cálculo, damos um exemplo prático na faixa de 2 m. Suponhamos que estivéssemos preparando experiências de reflexão lunar em 144 MHz, utilizando um amplificador com 1 kW de entrada, que fornece aproximadamente 600 W de saída (eficiência de 60%).

O sistema irradiante constaria de dezesseis antenas Yagi, com ganho de 17,8 dBi, alimentadas em paralelo (com o devido casamento de impedâncias), cada uma com dezesseis elementos (dois refletores, um elemento irradiante e treze diretores), com as seguintes características técnicas (por antena): ganho, 17,8 dBi, abertura horizontal (-3 dB), 2 x 16°; abertura vertical (-3 dB), 2 x 17°; relação frente/costas, 22 dB; relação frente/lado, maior que 60 dB; fator de reflexão, melhor que 1,2:1; impedância, 50 Ω.

Combinando-se duas, quatro, oito e dezesseis antenas, obtemos os seguintes resultados, respectivamente, para ganhos e ângulos de abertura: duas antenas com 32 elementos, 20,8 dBi, 2 x 10°; quatro antenas com 64 elementos, 23,8 dBi, 2 x 7°; oito antenas com 128 elementos, 26,8 dBi, 2 x 5°; dezesseis antenas com 256 elementos, 29,8 dBi, 2 x 3,5°.

Como distância entre a Lua e a Terra, assumimos 381 472 km (que é a média entre o apogeu, 406 610 km, e o perigeu, 356 334 km).

Para a recepção em SSB, a largura da faixa passante do receptor será arbitrada em 2 kHz, que permite a captação de sinais de -173 dBW. As perdas no cabo coaxial, na transmissão e na recepção, estão sendo estimadas em 1 dB cada. Temos portanto os seguintes níveis de potência durante o percurso Terra-Lua-Terra: saída do transmissor, 28 dBW; perda no cabo coaxial, 1,0 dB; chegam ao sistema irradiante, 27 dB; ganho do sistema irradiante, 29,8 dBi; irradiados para a Lua, 56,8 dB; perdas no espaço na ida, 120,5 dB; chegam até a Lua, -63,7 dB; perdas de reflexão na Lua, 11,5 dB; refletidos pela Lua, -75,2 dB; perdas no espaço na volta, 120,5 dB; chegam até a antena de recepção, -195,7 dB; ganho da antena de recepção, 29,8 dBi; chegam ao cabo coaxial, -165,9 dB; perda no cabo coaxial, 1,0 dB; chegam ao receptor, -166,9 dBW.

Tendo o receptor uma sensibilidade de -173 dBW, dispomos de uma margem de 6,1 dB, a qual, deduzindo um índice de ruído de 3 dB, deixa uma relação sinal/ruído de 3,1 dB, com pouca inteligibilidade.

Podemos verificar, através do exemplo, que se fosse utilizado CW com largura de faixa de 100 Hz, poder-se-ia empregar potências de apenas 120 W (7 dB a menos) e apenas oito antenas, ao invés de dezesseis (2 x 3 dB a menos), e, mesmo assim, os -177,9 dBW, que chegariam de volta ao receptor, dariam uma margem de 8,1 dB para o receptor, que acusaria a existência de sinais até -186 dBW.

É óbvio que, com a possível exceção dos dias de contestes EME, todos os contatos por reflexão lunar são combinados previamente em HF, e esse contato geralmente é mantido mesmo durante a experiência, visando à melhoria das condições de operação.

14.8 Como se Efetua Contato em 2 m Via Dispersão por Meteoritos

Depois da publicação do magnífico artigo do colega Michel R. Owen, W9IP/2, na revista *QST* de junho de 1986, muitos radioamadores do mundo se interessaram por esse tipo de contato devido à excepcional oportunidade.

Para o mês de outubro de 1986, o prognóstico de chuvas de meteoritos indicou para os orionides duração de dois dias, com pico às 02:31 h UTC do dia 21 de outubro de 1986, com possível variação de mais ou menos doze horas. Os orionides têm velocidade alta (66,4 km/s), porque eles se movimentam em sentido quase contrário ao movimento da Terra.

O radioamador paulista PY2BJO e o argentino LU8EBH acharam essa oportunidade ideal para o contato entre São Paulo e Buenos Aires, pois, quanto maior a velocidade dos meteoritos, tanto maior será a altitude de ionização, favorecendo distâncias maiores e freqüências de operação mais altas. O computador indicou um percurso de 1 686 km, sendo o azimute de São Paulo calculado em 220,3° com elevação de 2,8°.

Para encontrar o horário mais favorável, alimentaram o computador com os dados disponíveis. A curva da eficácia indicada pelo gráfico do computador seguiu quase exatamente a distribuição de Gauss, em função do tempo, porém influenciada por outros fatores de propagação (ver Fig. 14.6).

Com base na curva foi constatado que contatos são possíveis entre 04:00 h e 13:00 h UTC, quando a eficácia de caminho é acima de 20%; ficando bem melhores entre 08:30 h e 11:00 h UTC, quando a eficácia é acima de 84%; tornando-se ótimos entre 09:15 h e 10:30 h UTC, quando ela ultrapassa a 92%.

Os dois radioamadores prepararam-se para a experiência com o maior empenho possível. PY2BJO utilizou um linear de 100 W, com quatro *boomers* de dezessete elementos cada (20 dBi de ganho), resultando em 10 kW ERP, dirigidos para o azimute de 220°, com elevação sobre o horizonte de 2,8°.

hora UTC	off-set kHz	eficiência de percurso %
0200	1,1	21
0330	1,9	20
0345	2,2	21
0400	2,5	20
0630	6,1	26
0645	6,3	34
0700	6,3	42
0715	6,2	49
0730	6,0	57
0745	5,6	64
0800	5,1	71
0815	4,6	77
0830	4,0	82
0845	3,3	87
0900	2,7	91
0915	2,1	94
0930	1,5	95
0945	1,1	96
1000	0,7	96
1015	0,3	94
1030	0,0	92
1045	- 0,2	88
1100	- 0,4	84
1115	- 0,5	78
1130	- 0,6	72
1145	- 0,6	65
1200	- 0,6	58
1215	- 0,6	51
1230	- 0,6	44
1245	- 0,5	38
1300	- 0,5	33

Fig. 14.6 Previsão de eficácia de contatos por reflexão por meteoritos, fornecida pelo computador.

LU8EBH também utilizou 100 W com ganho de 17 dBi na antena, resultando em potência irradiada de 5 kW ERP, com azimute de 46° e elevação de 3,0°.

Onde era esperada a reflexão?

Com os dados acima, e conhecendo a curvatura da Terra, qualquer leitor poderá facilmente calcular que ela deve ter ocorrido a 871 km de São Paulo, a 814 km de Buenos Aires, à altitude de 95 km.

O contato foi realizado em SSB. O primeiro sinal de LU8EBH foi ouvido em São Paulo às 08:57 h UTC, muito fraco. Vinte e dois minutos mais tarde, às 09:19 h UTC, PY2BJO ouviu a estação argentina com picos bem fortes

(com eficácia de 94%), e LU8EBH também ouviu PY2BJO com picos bem fortes (com eficácia de 95%).

Mencionamos "com picos bem fortes" porque a intensidade do sinal durante os contatos variou entre S0 e S9, na medida em que se abriram e fecharam os caminhos da propagação. A própria velocidade de variação da intensidade do sinal comprovou que não se tratava de troporrefração (onde a variação de intensidade é lenta), mas de reflexão por meteoritos (onde a variação é rápida).

Nos contatos por meteoritos - como em todos os aspectos da vida -, o sucesso não veio por acaso, sendo, isto sim, o resultado de estudo e trabalho sistemáticos que procuraram conhecer a fundo todos os fatores envolvidos. Para isso, foi de capital importância o artigo de Owen, W9IP, que teve grande repercussão no mundo radioamadorístico.

14.9 Pré-amplificadores GaAsFET para Contatos Espaciais

Nos trabalhos espaciais, e, em sua grande maioria, nos satélites, com a única exceção do modo A (descida em 29 MHz), a recepção terrena é sempre em VHF, UHF ou SHF. Tratando-se geralmente também de satélites de órbita alta, a atenuação no espaço é tão elevada que os sinais que chegam à nossa estação são muito débeis, necessitando de pré-amplificação.

Tratando-se de freqüências elevadas, é de toda importância que a figura de ruído do amplificador seja baixa, especialmente porque o radioamador, via de regra, não tem condições de manter seu pré-amplificador em nitrogênio líquido.

O *fator de ruído* é, por definição, a relação entre a potência de saída do ruído e a potência de entrada de ruído, na temperatura ambiente padrão de 17°C (290K). É um número puro, sem dimensão.

A *resistência equivalente de ruído* é definida como o valor de um resistor que, disposto entre grade e catodo de uma válvula ideal ou entre a base e o emissor de um semicondutor amplificador ideal perfeitamente silenciosos, gera a mesma quantidade de ruído que o dispositivo ativo cujo ruído próprio interessa definir (dimensão em Ω).

Por definição, a *temperatura de ruído* de um dispositivo ligado a uma terminação de 50 Ω é aquela em K na qual o ruído gerado seria 3 dB maior do que o nível de ruído interno gerado pelo dispositivo na temperatura de 0K (zero absoluto).

A *figura de ruído* é um parâmetro expresso em decibéis.

A equivalência entre *figura de ruído* e *temperatura de ruído* é dada pela equação:

$$NF = 10 \log\left(1 + \frac{T}{290}\right) \text{ (dB), onde } NF = \textit{noise figure} \text{ (figura de ruído)}$$

sendo T em K.

Invertendo essa equação, chegamos à Tabela 14.3:

TABELA 14.3

Figura de ruído (dB)	Temperatura de ruído (K)
0,1	6,75
0,2	13,67
0,3	20,74
0,4	27,98
0,5	35,39
0,6	42,96
0,7	50,72
0,8	58,66
0,9	66,78
1,0	75,09
1,1	83,59
1,2	92,29
1,3	101,20
1,4	110,31
1,5	119,64
1,6	129,18
1,7	138,94
1,8	148,93
1,9	159,16
2,0	169,62

Hoje em dia, praticamente todos os pré-amplificadores de baixo ruído utilizam semicondutores GaAsFET, de arseniato de gálio. Exceto quando os radioamadores estão profissionalmente envolvidos em projetos de VHF e UHF, não é recomendável que o próprio radioamador monte seu pré-amplificador GaAsFET, a não ser em base de *kit* fornecido por empresas especializadas como a Hamtronics (de Hilton, NY).

A grande maioria dos radioamadores avançados utiliza pré-amplificadores GaAsFET prontos, com ou sem *by-pass* para transmissão. No caso de

operação de satélites quando um aparelho e uma antena são destinados à transmissão e outro aparelho com outra antena são destinados à recepção, a existência de *by-pass* não é necessária.

A fim de que as perdas da linha de transmissão não aumentem a figura de ruído, é de toda conveniência instalar o pré-amplificador de baixo ruído junto à antena.

Durante a transmissão com alta potência (1000 W) em uma antena, como no caso de reflexão lunar, convém terminar a entrada do pré-amplificador de baixo ruído durante os períodos de transmissão com um resistor de 50 Ω, pois ele pode-se danificar com muita facilidade com a energia captada. Para efetuar esta mudança automaticamente existem relés[8] ultra-rápidos (e ultracaros).

Depois dos pré-amplificadores GaAsFET, podem ser ligados, em cascata, pré-amplificadores J-FET, como os descritos no Item 5.2.

14.10 Os Veleiros Solares que os Radioamadores Colocarão em Órbita Lunar

Como é de conhecimento público, o ano de 1992 foi declarado o Ano Internacional do Espaço (International Space Year). Coincidentemente, 1992 representou o quinto centenário da histórica viagem de Colombo na qual ele descobriu o Novo Mundo.

Incentivada pela Comissão do Jubileu Quincentenário e pelo Instituto Americano de Aeronáutica e Astronáutica, a Fundação Mundial do Espaço (World Space Foundation) solicitou a colaboração da AMSAT para utilizar sua experiência de trinta anos para comando, telemetria, sistema de alimentação, rastreamento e controle remoto de três veleiros solares que participarão do concurso intercontinental de veleiros solares para entrar em órbita ao redor da Lua.

Concorrerão veleiros solares da Europa (de onde Colombo partiu), da Ásia (onde pretendeu chegar) e da América (onde chegou).

Ao término da redação deste livro, estavam inscritos no concurso veleiros solares dos Estados Unidos, Canadá, França, Espanha, Itália, Israel, Rússia e Japão.

8. Os principais fornecedores são: Lunar Industries Inc., 7 930 Arjons Drive, San Diego, California 92 126 - USA; Microwave Associates, Fábrica em Liverpool, England; nos EUA, através de: Texas RF Distributors Inc., 4 800 West 34th Street, Suite D-12A, Houston, Texas 77 092 - USA; Hamtronics, 65 Moul Road, Hilton NY 14 468 - USA.

A idéia de veleiro solar não é nova. Ela ocorreu já em 1920 aos cientistas russos Konstantin Tsiolkovsky e Fridrich Tsander. Durante quase setenta anos, não se tomou nenhuma iniciativa oficial para penetrar o espaço com meios de propulsão inexautíveis, mas em 1988 o Centro de Pesquisas Lewis e o Laboratório de Propulsão a Jato receberam incumbência do Departamento de Exploração da NASA para estudar uma alternativa baseada em veleiros solares para enviar carga a Marte.

O princípio do veleiro solar é muito simples. Sua força de aceleração, em lugar do vento propulsor dos veleiros marítimos, é a pressão dos fótons da luz proveniente do Sol. Como se sabe, na distância que a Terra se encontra do Sol, estes fótons excercem uma pressão de 9 N/km^2. Como se sabe, no sistema mksA (metro-kilograma-segundo-ampère), 1 N de força é o que dá a uma massa de 1 kg uma aceleração de 1 m/s^2 (ver Apêndice 13). A Fig. 14.7 apresenta uma visão geral do veleiro solar.

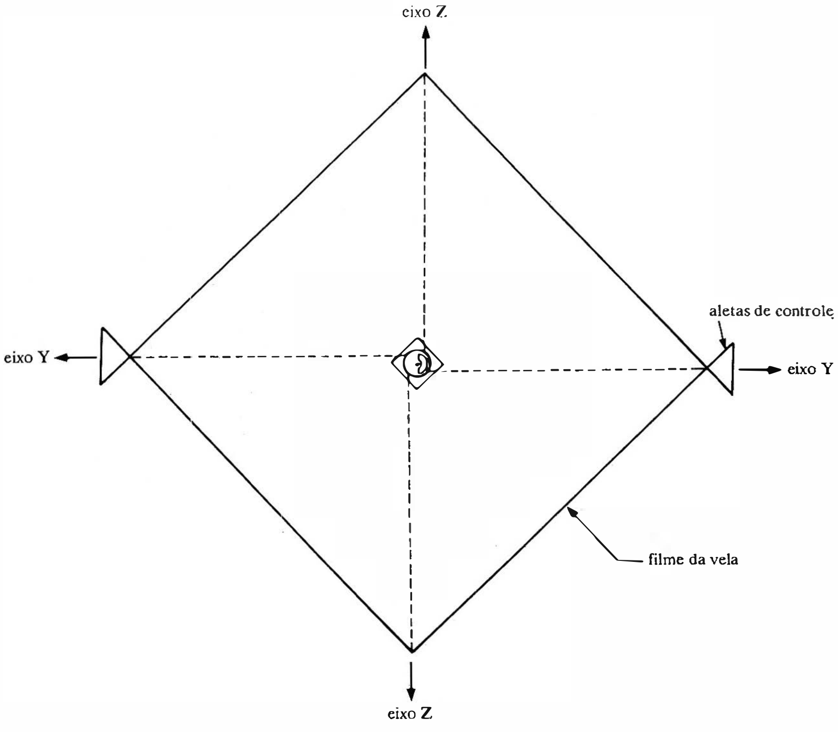


Fig. 14.7 Visão geral do veleiro solar.

A Fig. 14.8 focaliza alguns de seus detalhes.

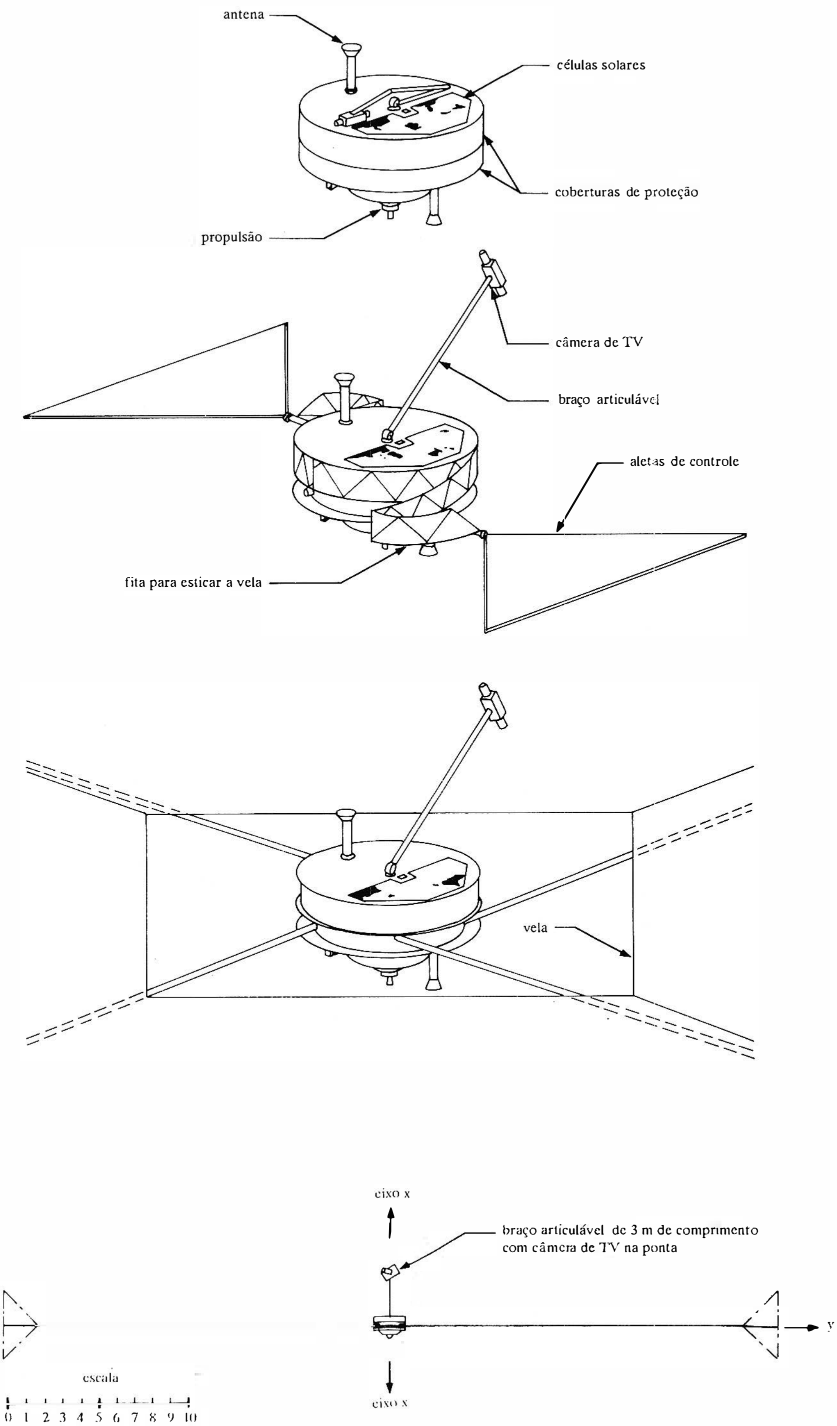


Fig. 14.8 Detalhes do veleiro solar.

Não se deve confundir a pressão de fótons com o vento solar (constando de várias partículas carregadas), cuja força tem magnitude com várias ordens de grandeza menor que a força representada pela luz solar.

Os veleiros solares seriam lançados de uma altitude de, no mínimo, 1 600 km, e deixariam a órbita da Terra, sob a força constante de aceleração, em forma espiral até chegar às proximidades da Lua, onde entrariam em órbita lunar.

É óbvio que os concorrentes de cada continente contarão com a experiência de sua área. O veleiro solar norte-americano contará, além da AMSAT e da Universidade Estadual de Utah, com a empresa aeroespacial McDowell Douglas. O veleiro europeu, além da Universidade de Surrey (Inglaterra) e da Universidade de Marburg (Alemanha), contaria com a Autoridade Espacial Européia (ESA) e com seus maiores fornecedores. Finalmente o veleiro asiático, além da JAMSAT, contaria com o apoio da NASDA e da NEC.

É possível que os veleiros solares possam levar, além dos dispositivos de telemetria, telecontrole e telecomando, também alguma carga útil como *transponders* ou câmeras miniaturas (como a da WEBERSAT) para ver o estado da vela.

14.11 Radioamadores Participam da Procura de Seres Inteligentes Extraterrenos

Como qualquer astrônomo sabe, pelo cálculo básico sobre a origem e sobre a evolução das estrelas, aproximadamente 2% delas (apenas na Via Láctea) podem possuir planetas com condições propícias ao desenvolvimento de vida orgânica.

Já na década de 60, ocorreu ao astrônomo norte-americano Frank Drake a idéia de utilizar o radiotelescópio do Observatório Ionosférico de Arecibo, Porto Rico, em operação desde 1963 (tendo um diâmetro de 305 m e que era, desde então, o maior do mundo), para tentar identificar sinais não aleatórios procedentes do universo.

Acontece que a galáxia tem mais de cem bilhões de estrelas e a tarefa de procura é gigantesca, não podendo ser executada em tempo hábil por uma só pessoa ou mesmo por um só grupo. Chegou a essa conclusão também o astrônomo Paul Horowitz, da Universidade de Harvard, que, a partir de 1978, e também através do mesmo radiotelescópio de Arecibo, começou uma busca sistemática de inteligência extraterrena. Em sete anos de pesquisa, ele só conseguiu varrer uma terça parte da área envolvida do céu; assim, teve a idéia de recorrer à ajuda dos radioamadores. Ele compareceu à Hamvention de 1985,

em Dayton, Ohio, a maior do mundo, realizada na Hara Arena and Exhibition Center, entre 26 e 28 de abril daquele ano. Ali conseguiu convencer 168 radioamadores a fundar a Society of Amateur Radio Astronomers (SARA) - Sociedade de Radioastrônomos Amadores.

A SARA dividiu o céu em segmentos a serem pesquisados pelos seus associados radioamadores com suas antenas parabólicas. A pesquisa se estende a uma distância de 26 anos luz, ou seja, 246 trilhões de quilômetros de distância (cada ano luz corresponde a 9 460 000 000 000 de km.

Entre os 168 radioamadores participantes do projeto da SARA, há um radioamador brasileiro que instalou seu radiotelescópio com antena parabólica de 9 m de diâmetro a 30 km de distância de São Paulo, longe das interferências da capital paulista.

Com o projeto SARA, o radioamadorismo chegou aos limites do universo. É o auge do radioamadorismo no espaço.

14.12 Como Utilizar os Boletins da NASA que já Chegam Vencidos?

Este é um item que, muito provavelmente, jamais iria ser publicado no *ARRL Handbook* ou no *Operating Manual*, uma vez que ele não é de interesse dos radioamadores norte-americanos. É, porém, de grande interesse para os radioamadores de países de línguas ibéricas.

A grande maioria dos assinantes dos boletins de satélites da NASA, residentes em países de línguas ibéricas, os recebe depois do último dia do prognóstico nele constante. Assim, via de regra, eles só utilizam as duas primeiras linhas, as coordenadas keplerianas, sem uso para o resto.

Não adianta pedir à NASA que envie os boletins com maior antecedência: ela os despacha juntamente com os dos assinantes estadunidenses, e não há como compensar o atraso do correio internacional. Há, todavia, possibilidade de fazer uso dos prognósticos mesmo depois do dia que se recebeu, desde que o assinante colecione os boletins.

Acontece que as passagens de satélites de órbita polar, Sol-síncronos ou quase Sol-síncronos, se repetem quase que exatamente em períodos não muito longos, quase no mesmo horário, no máximo com alguns minutos de diferença, e quase na mesma latitude, conforme vemos na Tabela 14.4.

Desde o seu lançamento comum, os seis satélites já estão se separando. A maior velocidade angular (e órbita mais baixa) é do UoSAT-E, OSCAR-15, seguido pelo LUSAT, OSCAR-19, seguido pelo WEBERSAT, OSCAR-18, pelo DOVE, OSCAR-17, pelo PACSAT, OSCAR-16, e finalmente pelo UoSAT-D, OSCAR-14. A diferença entre a velocidade dos dois UoSATs é tão

grande que, aproximadamente a cada quinze meses, o UoSAT-E vai ganhar uma órbita inteira sobre o UoSAT-D. Infelizmente, o UoSAT-E, OSCAR-15 é inoperante (ver Apêndice 12).

TABELA 14.4[9]

Satélite	Período de repetição (dias)	Aumento N.º de órbitas no período	Aumento de minutos no período	Aumento de graus no periódo
RS10/11 RADIOSPORT	7	96	0,1	12
0-14 UoSAT-D	7	100	2,0	0
0-15 UoSAT-E	7	100	5,0	1
0-16 PACSAT	7	100	1,0	0
0-17 DOVE	7	100	0	0
0-18 WEBERSAT	7	100	0	0
0-19 LUSAT	7	100	0	0
0-20 JAS-1B	6	77	5,3	2,4

Para os satélites de órbita alta, com apenas duas órbitas por dia, os períodos de quase coincidência são muito maiores, conseqüentemente o método acima não é prático. Além disso, o radioamador que trabalha com satélites de órbita alta necessita também dos azimutes e das elevações para a orientação das antenas de alto ganho e, assim, é obrigado a utilizar computador, integrante indispensável de uma estação avançada. Ele realmente só utiliza as duas primeiras linhas do boletim da NASA, para a atualização das coordenadas keplerianas de seu programa de computador.

9. Os dados se referem à situação de junho de 1991.

15. COMUNICAÇÃO DIGITAL

15.1 CW

Quando Samuel F. B. Morse concebeu, em 1835, o princípio de formar caracteres e através deles transmitir informações por um código binário, denominado em sua honra código Morse[1], ainda não existiam circuitos integrados digitais, nem transistores, nem válvulas eletrônicas, nem se cogitou de transmissão sem fio. Mesmo assim, ele aplicou o mesmo princípio de dois estados no qual se baseiam os maiores computadores do mundo de hoje, a tecnologia digital.

Com seu código, Samuel Morse antecipou em dezenove anos o matemático inglês George Boole, que, em seu livro *The Laws of Thought*, publicado em 1854, desenvolveu uma metodologia baseada no sistema digital, que ficou conhecida como "álgebra de Boole", hoje universalmente utilizada nos mais variados campos da tecnologia.

Mesmo hoje em dia, quando as telecomunicações dispõem de numerosas técnicas para transmitir informações, continua acima de qualquer dúvida que, sob circunstâncias desfavoráveis de recepção, com o sinal quase no nível dos ruídos, o CW é o tipo de emissão que pode ser captado com a maior confiabilidade, pois só se precisa perceber a existência ou inexistência de portadora.

1. Sobre a necessidade da prova de transmissão e recepção de sinais em código Morse, no serviço de radioamador, há mais detalhes no Item 1.6. O código Morse completo encontra-se no Apêndice 4.

15.2 CCW (CW coerente)

A evolução acelerada da técnica digital, bem como a possibilidade de manutenção de tolerâncias estreitíssimas, proporcionadas pelo avanço tecnológico, permitem ao radioamador a redução drástica do espaço ocupado no espectro de ondas eletromagnéticas e também da potência utilizada, mantendo o mesmo índice de inteligibilidade.

Depois de alcançada, há décadas, a possibilidade de efetuar contatos por meios radioamadorísticos entre quaisquer dois pontos do globo terrestre, procura-se agora conseguir os mesmos comunicados ocupando um espaço menor do tão valioso espectro de ondas eletromagnéticas e, ao mesmo tempo, reduzir potência, tamanho e consumo dos equipamentos transmissores.

Com relação a CW convencional, o pulo representado pela CCW é incrivelmente grande. Um contato que demandaria potência de 300 W e 500 Hz de largura de faixa pode ser agora realizado com apenas 5 W de potência e 9 Hz de largura de faixa. Como se tornou viável essa façanha? É sabido que a inteligibilidade de uma recepção depende da relação sinal mais ruído/ruído. O ruído captado pelo receptor é diretamente proporcional à largura de faixa captada. Se nós conseguirmos reduzir a largura da faixa necessária à transmissão de uma mensagem, a faixa de captação do receptor poderá ser estreitada correspondentemente, reduzindo o ruído captado e possibilitando o contato com o menor sinal recebido, permitindo, assim, a redução da potência do transmissor.

Para visualizar as inter-relações em termos numéricos, vamos comparar uma comunicação em AM, com uma em SSB, uma em NBVM (ver Item 2.3), uma em CW convencional e uma em CW coerente:

	AM	SSB	NBVM	CW	CCW
Larguras de faixa a -3 dB	4500	2250	1200	500	9
Potências necessárias	2500 W	1200 W PEP	660 W PEP	300 W	5 W
Níveis relativos do sinal necessário (dB)	27	24	21	18	0

Podemos verificar que a potência exigida para uma comunicação segura é diretamente proporcional à largura de faixa admitida pelo receptor. (Essa regra já foi utilizada, há uns cinqüenta anos atrás, nas primeiras experiências de reflexão lunar, quando o sinal refletido pela Lua só podia ser captado mediante o estreitamento drástico da faixa e, mesmo assim, só por meio de avaliação estatística.)

Voltando, depois desta comparação, à tecnologia do CW coerente, surge a questão de como se pode transmitir um número suficiente de informações (doze palavras por minuto) com uma faixa passante de apenas 9 Hz? A base da nova tecnologia é a alta precisão. Tanto a estação transmissora quanto a receptora devem possuir um oscilador-padrão, possivelmente de 100 kHz, mantido com exatidão de 0,01 Hz, ou seja, dentro de uma parte em dez milhões. O oscilador deve ser calibrado pela estação WWV ou padrão similar e compensado contra qualquer variação mediante controle automático proporcional de temperatura no termostato do cristal.

Por meio de divisores de freqüência, devemos obter uma milionésima parte do oscilador de 100 kHz, ou seja, 0,1 Hz, com a mesma exatidão de 10^{-7}.

Os pontos, traços e intervalos são compostos no cérebro manipulador com base nestas unidades geradas de 0,1 Hz. O filtro dos receptores de CW coerente somente "reconhece" sinais baseados nessas unidades e dentro da tolerância de uma parte em dez milhões.

Como compensar as variações de fase do sinal determinadas pelas condições de propagação entre o transmissor e o receptor?

Para este fim, o filtro de CW do receptor possui um ajuste em 10 etapas de 0,01 Hz, totalizando 0,1 Hz, ou, em termos de ângulo, em etapas de 36°, desde 0° até 360°.

O que é necessário, portanto, para uma estação de CCW[2]?

a. oscilador-padrão com exatidão de 10^{-7};
b. transceptor com ajuste fino de freqüência;
c. manipulador eletrônico comandado pelo oscilador-padrão;
d. filtro de CCW de 0,1 Hz, com os circuitos associados.

Obviamente as maiores dificuldades para o radioamador principiante encontram-se no primeiro e no último itens.

Nos Estados Unidos, três radioamadores, W6NEY, W7GHM e WA7ZVC, estão operando em CCW. A intenção deles é operar nas freqüências de 14 062 500 Hz (faixa de 20 m) e 3 562 500 Hz (faixa de 80 m), que são facilmente sintetizáveis.

2. Se, com base nas informações contidas neste item, um radioamador sentir que tem condições do ponto de vista de conhecimento, instrumental e tempo disponível para projetar e montar sua própria estação de CCW, ele pode escrever diretamente a Chas Woodson, W6NEY, em 2301 Oak Street, Berkeley, California, 94708 USA, explicando devidamente seus planos e solicitando informações detalhadas.

15.3 RTTY para Principiantes

Os radioamadores, quando corujam as faixas de HF com receptor SSB, freqüentemente encontram sinais que não são AM, não são SSB, nem são telegrafia código Morse, mas uma seqüência de tons duplos ininteligíveis para um receptor comum de radioamador. A grande maioria destes sinais é RTTY, ASCII ou AMTOR, conhecidos como teleimpressoras.

A RTTY é a transmissão, via rádio, de TTY, ou seja, de teletipo (*teletype*), conhecido também como teleimpressora (*teleprinter*). Seu código internacionalmente padronizado e conhecido sob o nome Baudot (ou Murray em outras partes do mundo) pode ser considerado como uma das aplicações mais antigas da tecnologia binária digital em telecomunicações, logo depois do código Morse.

Do que consta o código Baudot?

Como qualquer sistema binário, ele tem dois estados. Chamamos esses estados de espaço (sem sinal) e marca (com sinal). Esse código foi idealizado originalmente para que as letras de uso mais freqüente necessitem do menor número de perfurações, ou seja, o menor número de marcas, pois, no caso do antigo teletipo eletromecânico, que utilizava fita de papel perfurado, as marcas estavam representadas pelos furos. Eles correspondem exatamente ao sistema binário do radioteletipo por computador.

Com a evolução tecnológica, para maior confiabilidade, ao invés de verdadeiras marcas e espaços, passou-se a usar duas freqüências de áudio diferentes, cada uma correspondente a um dos dois estados. Neste último caso, a diferença entre as duas freqüências ficou conhecida como *shift* (decalagem).

Nas ondas decamétricas (ondas curtas), a transmissão é feita em banda lateral única, e as duas freqüências de áudio são levadas como duas portadoras distintas, não-moduladas (tipos de emissão A1 e F1); o modo, no caso, é conhecido como Frequency Shift Keying (FSK), com alusão à mudança de freqüência.

Nas ondas métricas (VHF) e decimétricas (UHF), bem como em freqüências superiores, é permitido utilizar AM ou FM moduladas alternadamente com as duas freqüências de áudio, sendo que neste caso o modo é conhecido como Audio Frequency Shift Keying (AFSK).

Finalmente, os dois tons alternados de audiofreqüência podem ser enviados por linha física (telefônica ou telegráfica), tratando-se, então, de teletipo TTY, popularmente conhecido sob o nome Telex.

15.3.1 As decalagens

Quais são as freqüências de áudio utilizadas em RTTY?

a. Serviço de radioamador, 2 125 Hz e 2 295 Hz (*shift* de 170 Hz);
b. Embaixadas e algumas agências noticiosas: 2 125 Hz e 2 525 Hz (*shift* de 400 Hz);
c. Poucas agências noticiosas: 2 125 Hz e 2 725 Hz (*shift* de 600 Hz);
d. Agências noticiosas, meteorologia, aeronáutica, militar: 2 125 Hz e 2 975 Hz (*shift* de 850 Hz).

Como se percebe, os radioamadores optaram pelo menor *shift*, que resulta na menor largura de faixa e conseqüentemente na menor potência necessária para uma recepção confiável, embora a FCC permita o uso de *shifts* de até 900 Hz.

Uma convenção internacional considera "normal" quando a freqüência mais baixa, ou seja, a 2 125 Hz, corresponde à marca, e a freqüência mais alta corresponde ao espaço. Também por convenção, é considerado "normal" quando o transmissor e o receptor de ondas curtas operam no modo LSB.

É possível captar também transmissões inversas, mudando o receptor para USB ou, então, mudando a posição do comutador da unidade terminal (conhecido como TU) para a posição inversa (este último evita a necessidade de ressintonizar o receptor).

15.3.2 As combinações binárias

Leitores familiarizados com matemática facilmente entenderão o princípio do código Baudot. Ele utiliza cinco elementos binários para formar 32 combinações, (2 x 2 x 2 x 2 x 2). Destas 32 combinações elimina uma (onde só há espaço); e utiliza 26 para as letras do alfabeto, uma para a volta do carrinho da máquina receptora (CR é *Carriage Return*), uma para alimentação da linha (LF é *Line Feed*), uma para a tecla de espaço entre palavras (SP é *Space Bar*), uma para mudar de letras para algarismos e sinais e uma para voltar de algarismos e sinais para letras (total: 31 combinações).

Por que são necessárias estas duas últimas combinações (teclas)?

Como vemos no cálculo acima, das 32 combinações, tendo 26 letras, não sobrariam combinações suficientes para algarismos e outros sinais. Por esse motivo, foi prevista uma tecla para a mudança de letras para algarismos e outra para a mudança de algarismos para letras. Quando a transmissão se inicia, sempre seguem letras. Após a mudança eventual para algarismos, estes conti-

nuam até uma nova mudança, desta vez, para letras. Somando-se tudo, o código Baudot contém 52 caracteres e cinco comandos.

De que consta cada carácter do código Baudot?

Ele tem o pulso inicial, sempre espaço (0), mais 5 *bits* que podem ser espaço (0) ou marca (1) e, finalmente, o pulso final que é sempre marca (1).

15.3.3 As velocidades

Na velocidade RTTY utilizada por radioamadores, a duração de cada *bit* é de 22 ms; assim, em um segundo caberiam 1000 dividido por 22, ou seja, 45,45 *bits*. Por esse motivo, a velocidade dessa transmissão é de 45,45 bauds, conhecido como 45 bauds, comumente usada por radioamadores. Existem velocidades maiores, como 50 bauds (europeu), 56,92 bauds (conhecida como 57 bauds), 74,20 bauds (conhecida como 74 bauds) e 100 bauds.

Alguns leitores podem ter visto indicações de velocidade em palavras por minuto (WPM) em lugar de bauds.

A equivalência em RTTY é simples:

WPM	60	67	75	100	133	WPM
bauds	45	50	57	74	100	bauds

Para os leitores curiosos que sempre querem saber o porquê das coisas, posso explicar como chegamos a esta equivalência, com base na velocidade de 45 bauds, utilizada no serviço de radioamador.

Consideramos cada palavra como sendo de cinco letras mais um espaço entre letras. Na velocidade de 45 bauds, há um pulso inicial de 22 ms, cinco pulsos de 22 ms e um pulso terminal de 33 ms, totalizando, para cada caracter, 165 ms. Cabendo em cada segundo seis letras desta duração, teremos exatamente uma palavra mais espaço por segundo, ou seja, sessenta palavras por minuto.

A mesma proporção é valida para as demais velocidades, com o devido arredondamento para facilitar sua denominação.

15.3.4 O equipamento para recepção e transmissão

Conhecendo-se a freqüência, a decalagem (*shift*), a velocidade de transmissão RTTY e o tipo (normal ou inverso), temos todos os elementos para poder receber e transmitir. O que é necessário para transformar o sinal fornecido pelo receptor (pela saída de fone) em um caracter e vice-versa? Antes de

tudo, é necessário uma TU (Terminal Unit). A função desta unidade é a de processar os tons recebidos para ligar/desligar a corrente de uma impressora eletromecânica, ou através de uma saída TTL, em sinal digital a ser transformado em caracter na tela de um monitor equipado com cinescópio (tubo de raios catódicos).

Até há poucos anos atrás, os radioamadores só tiveram a primeira opção, acoplando o TU a uma teleimpressora, geralmente Olivetti modelo T2CN, adquirida de segunda mão e recondicionada, após ter prestado serviço durante longos anos em empresas ou nos correios e telégrafos.

Alguns colegas brasileiros participaram da era heróica do RTTY, com TU produzidas pelo nosso veterano e incansável colega Thomaz de Aquino, PY2GP, e com o entusiasmo e atuação de nosso colega Homero de Paula Lima Jr., PY2CME, que recondicionou as máquinas de teletipo e ofereceu aos radioamadores brasileiros o pacote completo com todas as informações necessárias, inclusive com uma revista própria especializada em RTTY.

O custo, peso, barulho e manutenção necessária das máquinas eletromecânicas limitaram sua penetração entre amplas camadas dos radioamadores brasileiros, e, para a grande maioria dos PY, a RTTY foi apenas um nome relacionado com uma atividade cara, difícil e barulhenta.

15.3.5 A contribuição dos microcomputadores

A popularização dos microcomputadores de baixo custo trouxe para os radioamadores uma série de melhoramentos. Eles passaram a utilizá-los para os mais variados fins, a começar com o cálculo de circuitos, de antenas, de órbitas de satélites, cálculos para a previsão de propagação (MUF e FOT) e, como não pode deixar de ser, para a comunicação digital.

15.3.6 A unidade terminal

Como já mencionamos, a ligação do adaptador ao transceptor (ou transmissor e receptor separados) é feita através de um TU equipado com saída TTL. Para quem já operou RTTY com sistema eletromecânico, com máquina Olivetti ou similar, e possui um TU correspondente, bastará mandar fazer no TU uma saída TTL que alimentará o computador.

15.3.7 O receptor de ondas curtas

O receptor ou transceptor utilizado em HF deve ser de SSB ou de CW.

No caso de um receptor de AM, este deve ser equipado com oscilador de batimento, e, mesmo assim, só permitirá recepção muito precária.

A estabilidade de freqüência do receptor é essencial se não quisermos reajustar continuamente a sintonia. Se a freqüência variar somente no período inicial de aquecimento, convém deixar o transceptor ligado trinta minutos antes de iniciar a operação.

Muitos receptores e transceptores modernos permitem recepção em banda corrida entre 100 kHz e 30 MHz. Com eles o número de estações RTTY alcançável fica muito maior. Mesmo a maioria dos receptores antigos de radioamador oferece faixas de quase 700 kHz, bem além da banda de amador. Assim, por exemplo, mesmo os Yaesu velhos que não têm banda corrida sintonizam praticamente de 3 400 a 4 100, de 6 900 a 7 600, de 9 900 a 10 600, de 13 900 a 14 600 e de 20 900 a 21 600 kHz.

O volume de saída do receptor não é crítico. Para facilitar a sintonia, os radioamadores que não utilizam distribuidor de áudio na saída do receptor podem encaixar o pino no jaque do alto-falante, apenas o suficiente para os LEDs acenderem, porém sem chegar a desligar o alto-falante interno, que possibilita encontrar com o ouvido as estações de RTTY que emitem no momento. Mesmo com o volume abaixado, o TU continuará em funcionamento perfeito.

Antes de tudo, não se deve esquecer de comutar a recepção para LSB, que foi convencionado pelos norte-americanos como o modo ''normal'' de recepção de RTTY. Procuramos encontrar com o receptor a combinação alternada de dois tons, característicos das transmissões em RTTY. Como já foi citado, a freqüência mais baixa (normalmente marca) é de 2 125 Hz. O TU geralmente prevê três decalagens: 170, 425 (adequado para captar 400 e 450 Hz) bem como 850 Hz.

Quando, contrariamente à convenção, as freqüências correspondentes às marcas e aos espaços são invertidas, a chave de inversão da unidade terminal deve ser acionada.

Neste ponto lembramos aos leitores residentes no Brasil que, como já mencionamos em outra parte do livro, nos termos do Código Brasileiro de Telecomunicações, conforme a nova definição baixada no item I da Portaria do Ministério das Comunicações - n. 103, de 8 de março de 1985, não é permitida a interceptação de correspondência oficial (autoridades), de correspondência pública bilateral (telefones via Embratel e Telebrás) e de sinais confinados em meios físicos ou em enlaces eletromagnéticos bem determinados (microondas). A captação de todas as demais emissões é permitida. Ver também Apêndice 11.

15.3.8 O transmissor

Agora que já estamos dominando a recepção, vamos tratar da transmissão. Ao transmitir com RTTY, devemos ter em mente que ela exige transmissão contínua com potência total, ao contrário da CW (que opera com 50% do tempo em transmissão) ou em voz em SSB (que somente nos picos chega à potência total).

Como regra geral, podemos usar a mesma potência de entrada que utilizaríamos em FM. Teoricamente, calculando com 50% de eficiência, poderíamos aplicar duas vezes a potência máxima permitida de dissipação da(s) válvula(s) do estágio final. Isto significa que em um transmissor comum equipado no estágio de saída com duas válvulas *sweep* (originalmente fabricadas para o estágio de saída horizontal de televisores cromáticos) e que permitem até 30 W de dissipação cada, poderíamos transmitir em CW ou em SSB continuamente com corrente de placa de 200 mA (o que, com tensão de alimentação de 600 V, representaria 120 W de entrada e aproximadamente 60 W de saída). Em RTTY ou FM, recomendo utilizar apenas a metade desta, ou seja, corrente de placa de 100 mA, o que resulta em potência de entrada de 60 W e saída de 30 W.

Ao utilizar transceptores transistorizados, mesmo os que possuem ventilador interno para levar o calor internamente gerado aos dissipadores de calor externos, é necessário usar uma ventoinha forte jogando ar sobre estes dissipadores, a não ser que esteja prevista no transceptor mais uma ventoinha para esta função. O ajuste da corrente de placa no RTTY é efetuado com o controle de ganho de microfone, como em qualquer outra transmissão no modo SSB.

15.3.9 Captação de agências noticiosas estrangeiras

Como mencionamos acima, a nova definição dada pelo Ministério das Comunicações ao conceito de interceptação de serviços de telecomunicações no Brasil liberou, entre outros, a captação dos serviços noticiosos das agências internacionais transmitidos em RTTY[3]. Assim, com o receptor, a interface e o microcomputador, todo radioamador residente no país pode ler as últimas notícias do mundo na tela de seu vídeo, sem infringir qualquer dispositivo legal. Atualmente, todavia, muitas agências noticiosas codificam o texto transmitido, com as facilidades que o computador oferece.

3. As freqüências mais utilizadas em RTTY, no serviço de radioamador, encontram-se no Apêndice 11, Item 11.7.

15.3.10 As listas de estações que transmitem em RTTY

A maioria das tabelas de estações que emitem em RTTY fornece quatro informações: freqüência, decalagem, velocidade e N ou R (*normal* ou *reverse*). Por exemplo, no caso dos radioamadores, depois da freqüência, utilizariam a expressão 170/45N, o que significa *shift* de 170 Hz, velocidade de 45 bauds e disposição *normal* da marca e do espaço.

Se não possuir tabela, procura-se encontrar o *shift* pelos LEDs ou pela figura de Lissajous na tela do osciloscópio de sintonia acoplado ao TU, a velocidade pela experiência adquirida pelo ouvido, e normal ou inverso por tentativa.

Com os ajustes certos, o monitor conjugado ao microcomputador começa a copiar o texto recebido. Neste ponto, abrimos um parênteses para uma observação de alcance mais amplo. Vale a pena fazer uma ligação direta de vídeo entre o micro e a TV, pois, além de ganhar em nitidez, evita eventuais interferências de emissoras de TV próximas que operam nos canais 2, 3 ou 4.

15.3.11 Como fazer uma entrada de vídeo no televisor

Esta adaptação, simples de executar, é muito útil não somente para os usuários de RTTY e ASCII, mas a todos que utilizam microcomputadores. Procede-se assim:

a. interrompe-se a ligação entre o demodulador de vídeo e o amplificador de vídeo, no receptor de televisão;

b. puxam-se dois cabos coaxiais RG58U dos dois pontos interrompidos a um comutador, sendo o contato central ligado ao cabo que vai ao amplificador de vídeo, e um dos contatos laterais ao demodulador de vídeo;

c. o contato oposto ao do demodulador é ligado através de um terceiro cabo coaxial e de um capacitor de 47 µF 50 V à saída de vídeo do microcomputador.

Com estes três passos, o televisor passará a funcionar como um verdadeiro monitor, ganhando muito em resolução e nitidez de caracteres (e devendo aos monitores profissionais unicamente a falta de canhão eletrônico de foco fino e do fósforo verde na tela).

15.4 ASCII

Conhecendo os princípios da RTTY, é fácil compreender transmissão e recepção em American Standard Code for Information Interchange (ASCII), destinado a otimizar aplicações em computadores.

Esse código, amplamente utilizado para interligação de computadores e de terminais de computadores por linha telefônica pelo mundo inteiro, consta de 8 *bits* por caracter, permitindo um número de combinações mais do que suficiente para letras maiúsculas e minúsculas, algarismos, sinais e as mais variadas instruções envolvidas na operação de computadores.

Com o ASCII a velocidade de transmissão pode ser elevada substancialmente acima da de RTTY. Enquanto em RTTY a velocidade máxima é de 133,33 palavras por minuto (correspondentes a 100 bauds), em ASCII as velocidades são as seguintes:

Bits por segundo	Caracteres por segundo	Palavras por minuto	*Bauds*
110	10	100	74
150	15	150	113
300	30	300	225
600	60	600	450
1 200	120	1 200	900
2 400	240	2 400	1 800
4 800	480	4 800	3 600
9 600	960	9 600	7 200
19 200	1 920	19 200	14 400

15.5 AMTOR

Devido à ocorrência de interferências e desvanecimento (*fading*), a recepção de RTTY pode apresentar erros. Nos antigos tempos de radioteletipo eletromecânico, a única solução era a diversidade em freqüência de transmissão, em polarização ou em localização, produzindo duas versões, entre as quais a probabilidade de coincidência de falhas já era remota.

Com o advento do microprocessador, ao invés da diversidade por duplicação de receptores, tornou-se possível a diversidade no tempo, uma vez que o mesmo sinal enviado em tempos diferentes sofrerá influências de ruído e de desvanecimento diferentes.

O sistema foi concebido originalmente para o serviço móvel marítimo. A possibilidade de uma aplicação ao radioamadorismo foi levantada pelo radioamador inglês Peter Martinez, G3PLX, que a publicou na revista *Radio Communication*, da liga inglesa, em agosto de 1979, junho-julho de 1980 e

setembro de 1981. Ele deu ao sistema Amateur Teleprinting Over Radio a sigla AMTOR[4].

Existem duas formas do AMTOR, modo A e modo B.

15.5.1 Modo A (para comunicação entre duas estações)[5]

No modo A, está sendo enviada repetição somente quando solicitada pela estação receptora. Este modo é um sistema síncrono, transmitindo sempre blocos de três caracteres. A velocidade de transmissão é de 100 bauds, o que significa que cada caracter tem duração de 70 ms e o grupo de três caracteres 210 ms. O período de repetição de blocos é de 450 ms, assim entre dois caracteres subseqüentes fica um intervalo de 240 ms. Este tempo é suficiente para o bloco de três caracteres chegar da estação transmissora de informação à estação receptora de informação, para transmitir seu sinal de serviço (de um caracter, ou seja, de 70 ms), e este sinal volta à estação transmissora de informação. Obviamente, o intervalo de comutação entre transmissão e recepção deve ser curto, ao redor de 20 ms. Os sinais AMTOR modo A podem ser reconhecidos pelo ouvido pelo seu tchim-tchim, correspondente as seqüências de 210-240 ms.

15.5.2 Modo B (para transmissão unilateral para várias estações receptoras)[6]

Na transmissão simultânea para um número maior de receptores, como no caso dos boletins das associações de radioamadores, não há possibilidade de utilizar o modo A, pois as condições de recepção das várias estações são obviamente diferentes.

O sistema modo B consiste em enviar cada caracter duas vezes, mas não em seguida, para não ser influenciado pela mesma interferência ou pelo mesmo desvanecimento. Ele deixa entre o caracter e sua repetição o espaço de tempo de quatro outros caracteres, ou seja, 280 ms, assim que o início de cada repetição fique 350 ms depois do início do caracter original.

Neste modo, a estação receptora monitora constantemente a proporção quatro marcas e três espaços, e só copia os caracteres não mutilados, seja o original ou o repetido. Se ambos chegarem mutilados, ele imprime o símbolo de erro.

4. As freqüências mais utilizadas em AMTOR encontram-se no Apêndice 11, Item 11.8.
5. Conhecido também como Automatic Request for Re-Transmission (ARQ).
6. Conhecido também como Forward Error Correction (FEC).

15.6 Packet Radio[7]

Antes de entrar no mérito do Packet Radio, não podemos perder esta oportunidade para abordar a grande revolução em comunicações digitais e visuais que a década de 80 trouxe aos radioamadores, graças à influência desse sistema e à proliferação dos microcomputadores domésticos, bem como à possibilidade ilimitada de sofisticação com o uso extenso do circuito integrado.

Até esta década, o radioamador que desejasse operar em RTTY e em ASCII necessitava de se equipar para teletipo, quem desejasse operar SSTV necessitava de equipamento SSTV, quem desejasse operar fac-símile necessitava de equipamento fac-símile, quem desejasse praticar telegrafia necessitava de um treinador para telegrafia. O investimento e o espaço necessário para cada equipamento dificilmente foram justificados pelo seu uso e, em conseqüência, pouquíssimos radioamadores operaram em modos digitais e visuais, a não ser pelo antigo sistema manual de código Morse.

Hoje em dia, os controladores de dados multimodo, além do Packet Radio, oferecem CW automático, RTTY, ASCII, AMTOR, SSTV, FAX, NAVTEX e treinador de telegrafia, por um custo de uma quarta parte de um transceptor compacto. Assim, gastando aproximadamente 25% a mais do que seu transceptor equipado para fonia e CW, o radioamador tem, em uma caixinha de 23 x 23 x 4 cm, um leque de opções para praticamente todos os modos de operação que o radioamadorismo oferece.

Além de popularizar outros meios de comunicação digital e visual, através do envolvimento do microcomputador na operação da estação, o Packet Radio revolucionou o conceito do radioamadorismo também em um outro aspecto importante. Durante as primeiras sete décadas do radioamadorismo, o radioamador só tinha a opção de fazer uma chamada geral e ter contato com quem por acaso ouvisse, ou de responder a qualquer chamada geral que captasse. Se quisesse ter contato com determinado radioamador, era necessário marcar previamente hora e freqüência para poder encontrá-lo. Podemos constatar que até o advento do Packet Radio, todos os contatos entre radioamadores foram realizados no que chamamos hoje tempo real.

Com o advento do processamento de dados, esta limitação desapareceu como por um passe de mágica. Abreviando o tempo necessário para a transmissão das mensagens, a mesma freqüência pode ser compartilhada por grande número de radioamadores. Os receptores podem estar programados para igno-

7. As freqüências utilizadas em Packet Radio encontram-se no Apêndice 11, Item 11.9.

rar todas as mensagens que não lhes são destinadas. O sistema repete a transmissão automaticamente tantas vezes quantas for necessário para se obter da estação receptora a confirmação, também automática, de que o código de checagem no fim da mensagem corresponde ao conteúdo integral captado. Finalmente, se o radioamador destinatário não estiver em casa no momento da transmissão, ele encontrará as mensagens que lhe foram destinadas, e unicamente estas, na memória do computador ou na impressora de seu computador. Esta nova modalidade de radioamadorismo se chama Packet Radio.

Além de permitir a operação da estação automaticamente, mesmo na ausência do radioamador e garantir a isenção de quaisquer erros nas mensagens recebidas, o Packet Radio também oferece velocidade de comunicação bem maior do que CW ou RTTY, a possibilidade de utilizar qualquer outra estação Packet Radio no ar para retransmitir mensagens, também automaticamente, para outras estações equipadas com Packet Radio (fazendo-as funcionar como se fossem *digipeaters*), formação de redes regionais, nacionais e internacionais, armazenamento de mensagens e banco de informações como a Packet Bulletin Board System, bem como um número sem limite de outras aplicações futuras.

Podemos ver, assim, que no Packet Radio não se procura imitar os teletipos eletromecânicos antigos com as facilidades que o computador oferece, mas se esforça para tirar o máximo de conveniência de que o computador é capaz, para chegar a um meio de comunicação digital ideal.

Assim sendo, é lícito prever que o Packet Radio poderá constituir uma ponte importante através da qual poderemos trazer grande número de aficionados de informática ("biteiros") às fileiras do radiomadorismo, aproveitando todo o seu conhecimento da matéria. De fato, informática e telecomunicações ficam cada vez mais interligadas, integradas e inseparáveis, sendo esta tendência mais evidente no radioamadorismo através do Packet Radio.

Com os períodos de transmissão curtíssimos, o consumo do transceptor é praticamente igual ao seu consumo de recepção, tornando os HT muito adequados para operação em Packet Radio. O radioamador-astronauta Ron Parise, WA4SIR, na missão STS-35, realizada nos fins de 1990, a bordo da espaçonave Columbia, utilizou para contatos automáticos por Packet Radio um HT Motorola de dois metros, junto a um TNC Tasco HK-21, doado pela Heathkit, durante suas doze horas de serviço diário e até durante as oito horas destinadas para dormir. O TNC HK-21 é tão pequeno que é apelidado de "Pocket Packet" e consome apenas 40 mA. Assim, quando as necessidades de redução de peso do ônibus espacial eliminaram o equipamento SSTV e FSTV, a tecnologia do Packet Radio salvou a missão para os radioamadores.

Mesmo para os operadores de satélites de órbita baixa, o Packet Radio oferece grandes vantagens: não somente podem aproveitar a curta passagem do satélite para enviar e receber grande quantidade de informações em curtíssimo tempo, mas também podem comunicar-se com estações que não se encontram em linha de visão simultânea do satélite, fazendo uso da caixa postal (*mailbox*) voadora deste, com grande capacidade de armazenamento. Sem o Packet Radio, jamais poderia se pensar no intercâmbio de comunicados via satélite de órbita terrena entre um radioamador situado no Brasil e outro no Japão.

Para a grande maioria dos radioamadores dos países de línguas ibéricas, o Packet Radio só é conhecido de nome. É realmente difícil imaginar o que há atrás desta expressão para os operadores que limitaram sua atuação, durante dezenas de anos, à fonia e/ou ao CW. Assim sendo, procuramos oferecer a esses colegas as informações básicas necessárias para que eles possam se iniciar nessas operações, juntamente com os antecedentes históricos da tecnologia adotada.

O Packet Radio foi idealizado em 1978 por radioamadores de Vancouver, Canadá. Seu mentor, Douglas Lockhart, VE7APU, reconheceu a necessidade absoluta de utilizar padrão mundial e optou pelo protocolo High-level Link Control (HDLC), da International Organization for Standardization (ISO), orientado por *bits*, ao invés de escolher um protocolo orientado por caracteres.

Para servir como "intérprete" entre o computador individual e o sistema mundialmente padronizado, Lockhart introduziu o controlador de nódulo terminal - Terminal Node Controller (TNC) -, que tem uma de suas portas de comunicação ligada ao microcomputador ou ao terminal local e as outras aos transceptores de HF e VHF. O TNC converte o fluxo de informações ao Packet, adicionando o cabeçalho com destinatário, a informação de controle da rede, o rabicho com o cálculo FCS para detecção de eventuais erros, bem como as duas bandeirinhas indicando o início e o fim do pacote.

O grande impulso para a popularização do Packet Radio foi dado em 1982 pelo radioamador Hank Oredson, W0RLI, que encontrou, num depósito no Texas, grande quantidade de computadores ultrapassados (*surplus*), modelo 820-1 da Xerox. Estes computadores continham a unidade central (CPU) modelo Z-80 da Zilog, funcionavam com o sistema de operação CP/M (versão 2.2), continham RAM de 64 *kbytes*, uma saída paralela, duas saídas seriais, um controlador de disquete e um gerador de vídeo de 80 x 24. Tudo isto por menos de 50 dólares!

Assim, W0RLI procurou fazer uso do material disponível em grande escala e escreveu um programa, facilmente implantável, para funcionar como o BBS.

Enquanto isso, em Tucson, Arizona, os integrantes do grupo denominado Tucson Amateur Packet Radio Corporation (TAPR) começaram a formar *kits* para a montagem das unidades TNC, distribuindo mais de mil *kits* aos radioamadores do mundo inteiro para incentivar seu uso universal. Deste modesto, mas genial início, desenvolveu-se em poucos anos um expressivo movimento mundial em Packet Radio.

Em muitos países, inclusive nos do Terceiro Mundo, já existem redes de *digipeaters*, isto é, repetidoras digitais, ligando milhares e milhares de quilômetros em cascata, e já estão em órbita satélites amadores destinados totalmente ou parcialmente a Packet Radio, por isto alguns denominados PACSAT (ver Item 14.2 e Apêndice 12).

Há estações de Packet Radio que interconectam, dia e noite, as freqüências de Packet de 20 m em LSB, com uma freqüência local de 2 m, em FM. Através destas estações, qualquer radioamador tem acesso, a qualquer hora, por meios simples em VHF, se for de alcance da estação, e por HF se for mais distante, ao BBS, bem como aos arquivos técnicos de colegas armazenados em computadores.

Como já mencionamos acima, no caso de impossibilidade de acesso direto a estas estações, qualquer estação Packet Radio alcançada pode ser utilizada, automaticamente, como se fosse *digipeater*, para efetuar o contato. Assim, qualquer radioamador tem acesso em qualquer tempo às informações das quais necessita, inclusive às últimas notícias sobre as atividades espaciais.

O que é necessário para operar em Packet Radio?

Antes de tudo, um transceptor de HF ou VHF, conforme o caso, que o radioamador geralmente já possui, e naturalmente as antenas; um computador com placa de comunicação serial para RS-232 (se tiver *disc-drive* e/ou impressora, é melhor, mas não é necessário para iniciar a operação); um controlador TNC; e, finalmente, cabos de interligação do computador ao TNC, bem como do TNC à entrada de microfone, à saída de áudio e ao contato PTT do transceptor.

Em outras palavras, muitos radioamadores só necessitarão de adquirir o TNC com os cabos de interligação e, eventualmente, a placa serial para RS-232 do computador, se este ainda não a possuir.

Para iniciar a operação em Packet Radio, não é necessário decorar imediatamente os grossos livros de instrução operacional que os fabricantes dos TNC, via de regra, fornecem com seus equipamentos, basta seguir os seguintes passos:

a. interligar seu computador com o TNC por meio de um cabo serial RS-232C;

b. ligar o TNC à entrada de microfone, saída de áudio, PTT e terra de seu transceptor;

c. selecionar a velocidade a ser utilizada;

d. ligar o TNC à rede elétrica para alimentação;

e. digitar a tecla <CR> para aparecer o comando cmd;

f. instalar o indicativo de sua estação, por exemplo, cmd: MYCALL PY2AH <CR>;

g. para estabelecer contato, basta digitar, cmd: CONNECT (indicativo da estação desejada) <CR>, podendo a palavra CONNECT ser abreviada como C;

h. a estação procurará estabelecer o contato com o número de tentativas necessárias e indicará na tela: CONNECTED TO ....;

i. daí em diante, tudo que digitamos no computador é transmitido à estação conectada mediante a digitação final da tecla <CR>;

j. para terminar o contato, basta digitar DISCONNECT <CR>, ou abreviado D <CR>;

k. mesmo depois do contato desconectado, enquanto sua estação estiver no ar, ela irradiará seu indicativo a intervalos regulares assim que outras estações, que tiverem interesse em contato ou desejarem utilizá-la como *digipeater*, possam contatá-la.

Há pequenas diferenças entre as versões TNC 2 e TNC 1, como a programação de velocidades (a acima indicada é do TNC 2) e outras diferenças constantes dos manuais dos respectivos equipamentos.

Alimentando no computador um programa adequado, ampliamos as facilidades de uso da TNC não somente na operação do Packet Radio, mas também - nos modelos denominados *multimode controllers* (pouco mais caros, mas constituem a maioria dos TNC hoje fabricados - para outros modos de comunicação digital e visual como AMTOR, CW, ASCII, RTTY, fac-símile, SSTV, NAVTEX etc. Assim, a adição de uma unidade pequena que custa menos que uma quarta parte do preço de um transceptor portátil HF mais barato, juntamente com um computador (geralmente se aproveita um modelo já ultrapassado) expande a abrangência da estação, da fonia e do CW comum, para praticamente todas as formas de operação avançadas. Sem o advento do Packet Radio, poucos radioamadores investiriam em tantos novos modos de comunicação.

Ao final da redação deste livro, já estavam sendo utilizadas, pelos radioamadores do mundo, sete marcas de TNC: AEA, GLB, Heathkit, Kantronics, MFJ, Pac-Comm e TAPR, produzidos em sua grande maioria em Hong Kong e em outros países do Extremo Oriente. Com mão-de-obra barata, escala

de produção para um mercado mundial, isenções de impostos, e ainda incentivos à exportação, seu custo internacional é tão baixo que dificilmente qualquer produção local poderia igualá-lo. Uma firma paulista já confeccionou o protótipo de um TNC, mas com os altos custos de mão-de-obra e encargos sociais, a elevada carga de impostos e com a já previsível pequena escala de produção, seu custo industrial ficaria várias vezes acima do nível de exportação FOB internacional.

Na grande luta pela introdução de novas tecnologias no radioamadorismo, o Packet Radio se tornou, inquestionavelmente, um grande vencedor, como o primeiro novo sistema de comunicação mundialmente aceito entre radioamadores desde a introdução da SSB, ocorrido quarenta anos antes, em 21 de setembro de 1947, no histórico contato entre os radioamadores Oswald G. Villard, W6YX e Winfield G. Wagner, W6VQD.

Assim, com vistas ao avanço de quatro décadas que o Packet Radio representa em relação à SSB, atualmente ainda o modo de emissão mais popular nos países de línguas ibéricas, não podemos nos esquivar de fazer uma pausa para abordar o tópico de reserva de mercado através de impostos de importação elevados.

O custo de produção local de TNC, na escala de produção nacional em qualquer país de línguas ibéricas (e mesmo se fosse considerado o mercado total de todos os países de línguas ibéricas juntos), com os impostos que recaem sobre eles, seria várias vezes o preço de exportação FOB de Hong Kong, Taiwan, Coréia do Sul, Malásia ou Singapura. O custo do produto local equivalente em sofisticação, qualidade, confiabilidade e apresentação de um transceptor de HF japonês também seria várias vezes o seu atual preço de exportação do Japão. Mesmo nos Estados Unidos, um país de mercado interno imensamente maior, um único fabricante de transceptor de HF destinado ao uso de radioamadores (ver Item 4.1) consegue fazer frente à concorrência japonesa, a duras penas. Se o custo do produto de Hong Kong, ou de outro país do Extremo Oriente, é considerado muito alto para a grande maioria dos radioamadores de línguas ibéricas, um produto nacional que custaria várias vezes mais seria inacessível. Uma indústria nacional destes produtos é economicamente inviável, e sendo inviável não há indústria nacional a ser "protegida". Indústria inexistente e inviável não justifica "proteção" e "reserva de mercado", assim que a única finalidade dos impostos de importação elevados é uma tentativa de arrecadação de dinheiro com previsibilidade absoluta de insucesso. Esta política de encarecimento de importação de acessórios de radioamadores foi uma política predatória que, ao invés de resultar em arrecadação significativa, somente fez atrasar o radioamadorismo do país por várias décadas, com graves

conseqüências, a médio e a longo prazos, aos maiores interesses nacionais, através dos entraves que causam ao desenvolvimento tecnológico de grandes massas de radioamadores.

Se os radioamadores dos países de línguas ibéricas já estão em desvantagem com relação aos seus colegas estadunidenses por terem uma renda média muito inferior a de seus colegas norte-americanos, não se deve agravar esta desvantagem procurando fazê-los pagar preço mais elevado pelos seus equipamentos. Radioamadorismo é um mundo sem fronteiras desde que não seja dividido por discriminação alfandegária.

16. COMUNICAÇÃO VISUAL

Além da comunicação auditiva e digital, o radioamadorismo também inclui comunicação visual. Esta atividade não é nova, mas se tornou recentemente mais popular devido à penetração no lar, além dos próprios aparelhos de televisão, de toda uma moderna geração de equipamentos como gravadores de vídeo, câmeras de vídeo, *video games* e quadros gerados por computador.

As atividades de comunicação visual do radioamador giram entre três áreas: SSTV, ATV e FAX.

16.1 SSTV

Slow Scanning Television (SSTV) iniciou-se em 1958 por um grupo de radioamadores encabeçado por Copthorne MacDonald, WA2BCW. Esse sistema permite comunicações internacionais e intercontinentais, pois utiliza as mesmas bandas de fonia e a mesma faixa de 3 kHz utilizada para a transmissão de voz.

Para reduzir a banda passante de 6 MHz para apenas 3 kHz, foram estabelecidos no SSTV padrões próprios. O tempo de transmissão de cada campo aumentou de um trinta avos segundo para oito segundos (240 vezes). O número de linhas por campo se reduziu de 525 para 120 (4,375 vezes). A resolução horizontal também se reduziu na mesma proporção do número de linhas verticais (4,375 vezes). O resultado é 6 000 000 Hz/(240 x 4,375 x 4,375) = 1 306 Hz, que cabe, folgadamente, na gama de voz, que é de 2 500 - 300 = 2 200 Hz.

A informação de vídeo é enviada em forma de subportadora modulada

em freqüência[1], com variação entre 1 500 Hz e 2 300 Hz, onde 1 500 Hz corresponde ao nível preto e 2 300 Hz corresponde ao nível branco. Os sinais de sincronismo horizontal e vertical estão sendo enviados como salvas de tons de 1 200 Hz. Em resumo, o padrão do SSTV é o seguinte:

• tempo do campo,	8 segundos;
• linhas por campo,	120;
• duração de cada linha,	0,067 segundo;
• duração do sincronismo horizontal,	0,03 segundo;
• duração do sincronismo vertical,	0,005 segundo;
• nível preto,	1500 Hz;
• nível branco,	2300 Hz;
• freqüência de sincronismo,	1200 Hz.

No início das atividades de SSTV, para conservar grande parte da imagem luminosa durante os oito segundos do quadro, até o início do novo quadro, utilizaram-se tubos de radar de longa persistência, com fósforo tipo P7, e mais tarde, outros tubos de raios catódicos de longa persistência.

Hoje em dia, com as facilidades da memória digital, as imagens recebidas por SSTV podem ser expostas na tela de qualquer receptor de televisão, sem diferença de intensidade entre as linhas subseqüentes e por tempo ilimitado.

Com a tecnologia digital, a SSTV também entrou na era das cores. A estação transmissora envia, em seqüência, os quadros correspondentes às três cores básicas - vermelho, verde e azul -, e a estação receptora os armazena em três memórias, transformando-os de digitais em analógicos, e excita, com eles, os correspondentes canhões do tubo de imagem cromática.

16.2 ATV

Com o acesso fácil a câmeras de TV em cores e a gravadores de vídeo, a televisão amadora chegou ao alcance dos radioamadores com os mesmos padrões dos utilizados pela radiodifusão de sons e imagens.

A grande vantagem da ATV sobre a radiodifusão é que enquanto na radiodifusão de sons e imagens uma estação só transmite e as outras só recebem, a ATV é uma comunicação interativa, isto é, ambas as estações transmitem e recebem, podendo manter comunicação bilateral.

Devido à grande largura de faixa necessária (6 MHz), a ATV não pode

1. As freqüências convencionadas para SSTV encontram-se no Apêndice 11, Item 11.10.

ser praticada em bandas (de radioamadores) abaixo de 430 MHz, pelo simples motivo de inexistir qualquer banda inferior que possua essa extensão (a banda de 10 m só tem 1,7 MHz de extensão, a de 6 m, 4 MHz, a de 2 m, 4 MHz, e a de 1,25 m, 5 MHz). Mesmo se qualquer uma dessas bandas possuísse 6 MHz de extensão, seria inconcebível ocupá-la para fins exclusivos de ATV, prejudicando todas as demais atividades radioamadorísticas.

Nos países onde a banda de 70 cm foi reduzida, no WARC '79, para 430 a 440 MHz, a utilização de ATV, mesmo nesta faixa, seria altamente prejudicial, pois, colocando-a quer no começo (430 a 436 MHz), quer no centro (432 a 438 MHz), quer no fim (434 a 440 MHz), encobriria forçosamente a banda do serviço satélite amador (435 a 438 MHz), onde os operadores se esforçam para captar e para copiar sinais débeis provenientes de satélites (ver Item 21.1). Assim sendo, a localização ideal para contatos de ATV é na banda de 33 cm (onde as faixas de 910 a 916 MHz e 922 a 928 MHz estão reservadas para este fim, inclusive para repetidoras de ATV) e na banda de 1 240 a 1 300 MHz, que contém nada menos que cinco canais reservados para ATV. Para a utilização desta banda, posso citar a estação repetidora de ATV de Dayton, Ohio, mantida pela Dayton Amateur Radio Association, sob indicativo W8BI, com entrada no primeiro canal e saída no último.

16.3 FAX

A transmissão de imagens em faixa de radioamador pelo sistema fac-símile começou no fim da década de 20 e início da de 30. Um de seus precursores brasileiros foi o colega Victorino Augusto Borges, do Rio de Janeiro, que, com o indicativo SB1AE, estava entre os primeiros radioamadores do país na década de 20.

O fac-símile pode utilizar tanto tecnologias de SSTV com banda estreita igual à da modulação SSB (sacrificando resolução), ou de ATV, obtendo resolução razoável, mas exigindo banda passante grande. Os formatos mais novos da SSTV, para fins de transmissão de FAX, aproximam a resolução da ATV, porém sua transmissão mantém a banda passante menor aumentando o tempo de cada quadro para 17 ou 34 segundos.

O FAX de alta resolução oferece desde oitocentas linhas até vários milhares de linhas por campo, e para manter a largura de faixa de áudio, compensa-se este com o aumento do tempo.

Antes de transmitir através do FAX[2], deve-se fazer a identificação por

2. As freqüências convencionadas para a transmissão FAX em ondas curtas encontram-se no Apêndice 11, Item 11.11.

voz (SSB). Depois dessa identificação, recomenda-se enviar o indicativo e cidade em letras grandes, com 120 ou 180 linhas por minuto, o mais usual no serviço de radioamdor. Na resposta também a voz deve preceder o visual. Não se deve tentar estabelecer contato visual sem ter contato auditivo antes. Imagens de alta resolução só podem ser tentadas sob condições de propagação muito boas.

Quando participar da rodada FAX aos 16:00 h UTC dos domingos, em 21 345 kHz, só se deve transmitir imagens depois de obter a autorização do comandante da rodada. Fotografias de agências noticiosas e retransmissões de mapas meteorológicos de satélites em bandas de ondas curtas podem ser copiadas livremente. Falando de mapas meteorológicos, devemos mencionar que uma das atividades prediletas do radioamador na área do FAX é a de copiar os mapas meteorológicos diretamente de satélites. Esses satélites adotaram como padrão 240 linhas por minuto, necessitando de 3,3 minutos para a transmissão de um quadro completo de oitocentas linhas. Para os interessados, damos abaixo a listagem de alguns satélites meteorológicos cujos mapas podem ser copiados:

Satélites meteorológicos geoestacionários norte-americanos:

Identificação internacional	Números catálogo NASA/NORAD	Nomes	Freqüências utilizadas	Observações
77-48A	10 061	Goes-2	136,380; 136,770	Modulação em FM
78-62A	10 953	Goes-3	137,300; 137,400	com desvio de
80-74A	11 964	Goes-4	137,500	± 17 kHz
81-49A	12 472	Goes-5		
87-22A	17 561	NOAA-8	1 691,0	Modulação em FM com desvio de ± 9 kHz

Satélites meteorológicos norte-americanos de órbita baixa, quase polar (potência 5 W):

Identificação internacional	Números catálogo NASA/NORAD	nomes	Períodos (min)	Inclinações (graus)	Freqüências utilizadas	Observações
84-123A	15 427	NOAA-9	101,9	99,16	137,620	Modulação FM
86-73A	16 969	NOAA-10	101,2	91,62	137,500	desvio de
88-89A	19 531	NOAA-11	102,0	98,96	137,620	± 17 kHz
91-32A	21 263	NOAA-12	101,3	98,74	137,500	

Satélites meteorológicos russos de órbita baixa, quase polar:

Freqüências utilizadas	137,300 kHz 137,400 kHz
Potência	5 W
Modulação	FM estreito (desvio ± 10 kHz)
Formato	APT compatível

Identificação internacional	Números catálogo NASA/NORAD	Nomes	Períodos (min)	Altitudes médias (km)	Inclinações graus
82-25A	13 113	Meteorsat 3-8	104,0	970	82,5
82-116A	13 718	Meteorsat 3-9	101,9	850	81,2
83-109A	14 452	Meteorsat 2-10	101,2	820	81,2
84-72A	15 099	Meteorsat 2-11	104,0	970	82,5
85-13A	15 516	Meteorsat 2-12	104,0	970	82,5
85-100A	16 191	Meteorsat 3-1	109,3	1 220	82,5
85-119A	16 408	Meteorsat 2-13	104,0	970	82,5
86-39A	16 735	Meteorsat 2-14	104,0	970	82,5
87-01A	17 290	Meteorsat 2-18	104,0	970	82,5
87-68A	18 312	Meteorsat 2-16	104.0	970	82,5
88-05A	18 820	Meteorsat 2-17	104,0	970	82,5

Aproveitamos este ponto para esclarecer que, no código de identificação internacional, o primeiro número significa o ano do lançamento, o segundo número é o seqüencial dos lançamentos do ano, e a letra distingue os vários satélites levados à órbita no mesmo lançamento. O número de catálogo NASA/NORAD é de seqüência cronológica.

17. INCOMPATIBILIDADES ELETROMAGNÉTICAS

17.1 Um Panorama das Radiointerferências e Interceptações

A finalidade deste item é dar aos leitores uma visão geral da problemática e, ao mesmo tempo, detalhes suficientes sobre o campo de maior interesse. Na primeira parte, procuramos dar uma resenha geral de interferências radioelétricas, e, na segunda parte, abordaremos os casos mais comuns relacionados com as interferências que podem afetar a recepção no serviço de radiodifusão, com ênfase especial na televisão e na freqüência modulada.

Radiointerferências existem há centenas de milhares de anos; todavia, somente desde a existência do rádio, há uns oitenta anos, tomamos conhecimento delas. No decorrer dessas oito décadas, elas se tornaram fontes de irritação e de aborrecimento a muitos usuários de equipamentos eletrônicos do mundo inteiro. Para uma radiointerferência produzir efeitos maléficos, são necessários dois agentes: um que produz e outro que intercepta. Quando a interferência é proveniente da natureza, só há um aborrecido: quem a intercepta. Quando ela têm, porém, origem tecnológica, pode causar problemas tanto para o produtor quanto para o interceptor. Neste último caso, como cada equipamento funciona bem sozinho, porém apresenta problemas quando está próximo de outro, adotou-se a expressão "incompatibilidade eletromagnética". Essa expressão engloba a emissão de ondas não essenciais e a interceptação indevida das que são consideradas essenciais para outras estações.

O produtor da interferência tecnológica não é sempre um transmissor de rádio. Ele pode ser uma linha de alta tensão com fuga, um motor universal sem supressor, uma fábrica com aquecimento dielétrico, um ambulatório médico com diatermia, algumas lâmpadas fluorescentes, ou mesmo um mau

contato de fios de cobre, com superfícies oxidadas. Por esse motivo, procuramos apresentar uma tabela mais ampla da problemática de interferências, classificando-as conforme suas origens, gêneros e manifestações, indicando em seguida exemplos típicos e as soluções indicadas, quando houver (ver Tabela 17.1).

Quando falamos de interferências radioelétricas, em seu sentido mais restrito, geralmente referimo-nos às que aparecem em receptores de sinais de sons, imagens, ou outras informações, ou até em equipamentos domésticos de audiofreqüência, em conseqüência de irradiações de radiofreqüências destinadas a transmitir sons, imagens ou outras informações.

As estatísticas norte-americanas sobre interferências de equipamentos de radiocomunicação em equipamentos eletrodomésticos demonstram que menos de 10% das queixas são devidas à deficiência dos transmissores, e mais de 90% devidas à deficiência dos receptores, incluindo nesta última porcentagem as antenas de recepção, linhas de recepção, reforçadores de sinais e os demais equipamentos pertencentes à vítima da interferência ou ao condomínio proprietário de antena coletiva de recepção. Não é de se estranhar: para os dispositivos geradores (transmissores), existem normas rígidas que limitam os harmônicos e espúrios até os níveis toleráveis, que são permanentemente fiscalizados pelo poder concedente da permissão. Em contraposição, está faltando uma norma que defina os requisitos mínimos quanto à suscetibilidade de receptores e até de equipamentos de áudio contra a interceptação de radioemissões que eles não são destinados a captar. O custo unitário dos dispositivos de proteção é muito mais baixo do que o custo de mão-de-obra especializada necessária para sua instalação posterior no local de utilização, de forma que, considerando a densidade da rede de estações transmissoras, não há mais justificativa econômica para deixar de incorporá-los rotineiramente em todos os equipamentos eletrodomésticos e eletroprofissionais.

Vamos analisar agora os sintomas, as causas prováveis e as soluções viáveis das interferências radioelétricas mais freqüentes encontradas no serviço de radiodifusão (ver Tabela 17.2).

Quando se trata de incorporação de filtros em equipamentos de recepção e de sonorização, o primeiro contra-argumento costuma ser o custo presumido desses dispositivos. Felizmente, a engenhosidade da mente humana encontrou uma solução que permitirá, através da redução drástica nos custos, a difusão mais ampla dos dispositivos de proteção aos equipamentos eletrodomésticos contra a captação de irradiações que não lhes são destinadas. Foram desenvolvidos componentes especiais chamados INCONs, que constam da integração dos elementos indutivos e capacitivos, que são constituídos apenas

TABELA 17.1

Sistemática de Radiointerferências

	Gêneros	Exemplos	Soluções viáveis
1.	Radiointerferências de origem natural.	Relâmpagos, descargas atmosféricas.	Inibidores de picos (*noise blankers*) nos receptores.
2.	Radiointerferências de origem tecnológica.		
2.1.	Radiointerferências causadas por dispositivos de baixa freqüência.		
2.1.1.		Motores com escovas e outros dispositivos com faiscamento.	Supressores capacitivos junto ao faiscamento.
2.1.2.		Ignição de motores de combustão.	Supressores resistivos nos motores; inibidores de picos (*noise blankers*) nos receptores.
2.1.3.		Fugas em redes de distribuição de energia elétrica.	Localização e eliminação de fugas.
2.1.4.		Equipamentos digitais (ruído branco).	Blindagens, capacitores supressores na linha de alimentação.
2.1.5.		Iluminação com gás ionizado. Iluminação com *dimmer*.	Capacitores supressores na linha de alimentação.
2.2.	Radiointerferências causadas por dispositivos de alta freqüência não-relacionados com telecomunicação.		

TABELA 17.1 (continua)

Sistemática de Radiointerferências

	Gêneros	Exemplos	Soluções viáveis
2.2.1.		Aquecimento dielétrico industrial, aquecimento indutivo industrial, aparelho de diatermia.	Blindagens, filtros de RF na linha de alimentação.
2.2.2.	Radiointerferências originadas de dispositivos de Telecomunicação.		
2.2.2.1.	Interferências ativas.	Harmônicos, transientes (manipulação telegráfica), oscilações parasitas, espalhamento por excesso de modulação e outros espúrios (estágios multiplicadores).	Filtros de rejeição, filtros passa-faixa, filtros passa-baixas (ver o item 17.6) e filtros passa-altas.
2.2.2.2.	Interferências passivas. Elementos não-lineares.	Oxidação em ligação elétrica, corrosão em encanamento, relés de antena oxidados, antena de TV corroída e reforçador de sinais transistorizado abandonado.	Localização da fonte passiva de interferência por meio de instrumental e eliminação dos pontos de retificação.
2.2.2.3.	Interferência por interação.	Rádio Federal 2 x 760 kHz, menos Rádio MEC 800 kHz, igual Rádio Carioca 720 kHz.	Mudança da Rádio Carioca para 710 kHz.
3.	Suscetibilidade para radiointerferências.		

TABELA 17.1 (continua)

Sistemática de Radiointerferências

	Gêneros	Exemplos	Soluções viáveis
3.1.	Equipamentos não relacionados com radiofreqüências.	Amplificadores de alta-fidelidade, toca-discos, gravadores, órgãos eletrônicos, sistemas de sonorização, telefones.	Capacitores de bloqueio, reatores, anéis de ferrita, melhoria de blindagem.
3.2.	Equipamentos de Telecomunicação.	Receptores de rádio e receptores de televisão.	Filtros de rejeição, filtros passa-faixa, filtros passa-altas, filtros passa-baixas (ver o item 17.6), evitar modulação cruzada por sobrecarga, filtragem de RF na alimentação de energia elétrica, melhoria de blindagem, relocação de antena, proteção à linha de transmissão. Em HF: melhor aterramento.

de fios, corpo e, eventualmente, núcleo de ferrita, proporcionando rejeições de até 60 dB nas freqüências interferidas, com perda de inserção inferior a 1 dB nas faixas de freqüências de operação. Produzindo-os em alta escala, até com máquinas automáticas, o custo unitário desses tipos de filtros é baixíssimo, deixando de ter influência perceptível nos custos dos equipamentos.

Não podemos terminar esta resenha sem fazer lembrar os aspectos psicológicos dos envolvidos. É natural que as vítimas de radiointerferências, via de regra, não admitam sua culpa pela interceptação, mas sempre procuram atribuí-la à existência de uma radioemissão diferente da que eles desejam captar. Pode facilmente acontecer que a mesma emissão a que um ouvinte assiste, mesmo isenta de qualquer irradiação não essencial, seja considerada como interferência por um outro ouvinte, possuidor de receptor deficiente, que deseja assistir a outro programa. Por esse motivo, achamos necessário que os conceitos e definições da problemática de incompatibilidade eletromagnética obtenham a mais ampla divulgação, procurando transferi-los do plano sentimental, onde o grande público costuma situá-los, para um plano objetivo.

TABELA 17.2

Interferências mais Comuns Relacionadas com o Serviço de Radiodifusão

Sintomas de interferência	Causas prováveis	Soluções viáveis
Chuvisco da tela de TV (pior no inverno seco).	Proximidade de linha de alta tensão.	Afastar a antena da fonte de interferência.
Estrias na tela de TV (cobrinhas).	PX com *booster* (amplificador linear).	Eliminar o amplificador linear (não há norma de espúrios para equipamento ilegal).
	Transmissores de HF.	Filtro passa-baixas no transmissor (< 30 MHz).
		Uso de cabo coaxial, em lugar da linha paralela, no receptor.
		Aterramento do ponto neutro da antena do receptor.
		Filtro passa-altas na entrada de TV.
Som de FM na TV, acompanhado de estrias.	Emissora de FM forte nas proximidades.	Conforme casos abaixo:
	Saturação no reforçador de sinais.	Filtro de rejeição de FM para o reforçador.
	Saturação no seletor de canais.	Filtro de rejeição de FM para o receptor.
		Substituir a linha paralela dentro do receptor, chegando com o cabo coaxial da antena até o próprio seletor de canais.

TABELA 17.2 (continua)

Interferências mais Comuns Relacionadas com o Serviço de Radiodifusão

Sintomas de interferência	Causas prováveis	Soluções viáveis
Estrias (*cobrinhas*) na tela do receptor de vizinhos; ruído branco ou barras correndo com muito ruido no receptor próprio.	Oscilação no reforçador de sinais, devido ao descasamento com a antena.	Aumentar a distância entre a antena e o reforcador de sinais.
Reflexos adicionais na tela em sistemas coletivos, nas proximidades das estações transmissoras de TV.	Além do sinal da antena coletiva, o receptor capta também o sinal direto através da linha paralela que liga a tampa do gabinete ao seletor de canais.	Eliminar o transformador de impedâncias do sistema coletivo e entrar com o cabo coaxial de 75 Ω diretamente no seletor de canais.
Interferência de emissoras de ondas médias na recepção de TV e de FM (nas proximidades de emissoras de ondas médias).	Intermodulação.	Filtro passa-altas na entrada do receptor de TV e de FM (> 50 MHz).
Interferências em outros serviços de telecomunicação (principalmente de aeronáutica). Portadoras fortes em freqüências determinadas de UHF.	Irradiação do oscilador local do conversor de UHF.	Melhorar o conversor de UHF.

17.2 Solução Racional de Incompatibilidades Eletromagnéticas

Durante muitos anos, o surgimento de reclamações sobre radiointerferências na vizinhança (embora na grande maioria dos casos apenas interceptações indevidas de emissões alheias) constituíram um pesadelo para o radioamador. Devido à distância de uma autoridade técnica reconhecida pelo público telespectador e radiouvinte, passaram-se meses de intermináveis discussões, envolvendo, além de vizinhos, às vezes, síndicos, administradores de prédio, assembléia de condôminos e outros, em muitos casos, leigos na matéria.

Assim, foi baixada no Brasil a Instrução n. 02/81 do Dentel, que conseguiu equacionar o problema e estabelecer um procedimento racional e objetivo para as interferências radioelétricas prejudiciais.

Para reduzir o número de casos que necessitam de atenção da autoridade, recomenda-se que o licenciado do serviço de radiocomunicação (radioamador, operador de faixa do cidadão etc.), ao tomar conhecimento de suposta interferência atribuída à sua estação transmissora, entre em contato com o proprietário do aparelho interferido. Ele deve verificar em primeiro lugar:

a. se a interferência prejudicial ocorre em recepção de serviço de radiodifusão (inclusive televisão) e não se trata de aparelho de som, como amplificador, gravador-reprodutor magnetofônico ou aparelho similar, não destinado à recepção de ondas eletromagnéticas (caso no qual, embora ele possa colaborar, a reclamação deve ser feita com o fabricante do aparelho);

b. se o receptor supostamente interferido, inclusive a antena e a linha de transmissão se encontram em boas condições de funcionamento e em bom estado;

c. se o receptor supostamente interferido está localizado dentro da área de serviço urbano, primário e/ou secundário, conforme o tipo de serviço, da estação transmissora cuja recepção é desejada, que tenha proteção assegurada nessa área;

d. se não existe, entre a antena e o receptor de televisão, amplificador reforçador de sinais tipo multicanal (*booster*) individual.

Sendo afirmativa a resposta para os quatro itens acima, o suposto interferente deve analisar o problema com a ajuda do seguinte roteiro:

a. A interferência atribuída à sua estação foi confirmada?
( ) Sim ( ) Não
b. Seu transmissor e sistema irradiante foram verificados?
( ) Sim ( ) Não
c. O receptor e a antena do reclamante foram verificados?
( ) Sim ( ) Não
d. Estão em boas condições?
( ) Sim ( ) Não
e. A interferência ocorre em:
( ) Som ( ) Imagem ( ) Ambos
f. Foi testado o uso de outro receptor na antena do receptor interferido?
( ) Sim ( ) Não
O que ocorreu?

g. Foi experimentado o uso de filtros no sistema transmissor (ver Item 17.6)?

( ) Sim ( ) Não

O que ocorreu?

h. Foi experimentado o uso de filtros no receptor interferido?

( ) Sim ( ) Não

O que ocorreu?

i. Descreva outras medidas adotadas e os resultados obtidos (se necessário use folha à parte):

Local Data

Assinatura

Embora a Instrução n. 02/81 tenha estabelecido meramente procedimento para a comunicação de interferência radioelétrica nos entendimentos entre o permissionário da estação transmissora e o proprietário do receptor supostamente interferido, surge freqüentemente a questão de responsabilidade, com vistas ao custeio das medidas a serem tomadas. Por esse motivo, venho citar meus critérios subjetivos quanto à determinação da responsabilidade pela interferência.

a. Se a estação emissora estiver emitindo em freqüência para ela autorizada, dentro do limite de potência autorizada, e não irradiar espúrios (inclusive harmônicos) em outras freqüências em níveis superiores aos permitidos pelas normas técnicas pode não caber responsabilidade a seu permissionário. Mas se um analisador de espectro, um medidor de intensidade de campo, um voltímetro seletivo ou outro meio apropriado indicar que ele esteja irradiando harmônicos ou espúrios em níveis acima dos limites máximos permitidos pelas normas técnicas aplicáveis, caberá ao permissionário a responsabilidade de corrigir a anomalia, eventualmente com o uso de filtros na linha de transmissão (ver Item 17.6).

O fato de sua estação se encontrar em perfeita ordem não isenta de responsabilidade o permissionário, pois a interferência pode ser causada também por operação inadequada. O caso mais freqüente é o excesso de modulação, que pode causar espalhamento mesmo com equipamento em perfeito estado. É de boa prática manter um osciloscópio ou, ao menos, um indicador de modulação na estação.

O permissionário da estação transmissora pode ajudar a resolver o problema do receptor interferido reduzindo a irradiação [illegible] condutores externos da linha de transmissão por meio de elemento simetrizador (*balun*) (ver Item 7.1), por bloqueio de radiofreqüência na rede alimentadora de sua estação,

bem como pela boa interligação e aterramento dos equipamentos de sua estação (ver Item 21.10).

b. Se um receptor, por sobrecarga em seus componentes não-lineares, por insuficiência de seletividade, por falta de aterramento, de blindagem ou de bloqueio de radiofreqüência na alimentação, acusar a presença de outras irradiações radioelétricas que não seja a freqüência ou canal para a recepção que esteja ajustado no momento, a responsabilidade é de seu proprietário. Quanto a esse respeito, fazem parte do conceito receptor quaisquer acessórios (como reforçadores) utilizados em conjunto com ele durante a recepção.

Quando for verificado, por meio de um receptor paradigma de projeto reconhecidamente impecável, instalado no mesmo local, que este proporciona recepção - da mesma estação - livre de interferências, caberá ao proprietário do receptor supostamente interferido a responsabilidade de providenciar as medidas corretivas necessárias, inclusive a instalação de filtros de recepção, eliminação ou substituição de reforçadores, substituição de linhas paralelas por cabos coaxiais, provisão de blindagens, bloqueio de RF na rede de energia elétrica, aterramentos etc.

Quando a estação transmissora e o receptor forem tão próximos que mesmo com as medidas apropriadas acima indicadas persistir a interferência, deve-se procurar encontrar outra localização para a antena transmissora e/ou receptora, na qual a segunda capte o mínimo de sinal irradiado pela primeira.

No caso de as estações supostas interferentes serem do serviço de radioamador ou do serviço radio do cidadão, a recomendação é a de solicitar auxílio à associação de classe correspondente, com vistas à solução do problema.

Se as partes interessadas não chegarem a uma solução satisfatória, o permissionário da estação transmissora pode enviar à autoridade encarregada pela fiscalização das telecomunicações um formulário 084 (Informe sobre Interferência Radioelétrica Prejudicial), ao passo que o proprietário do receptor de radiodifusão interferido deverá enviar um formulário 085 (Reclamação de Interferência Prejudicial); em ambos os casos devem ser devidamente preenchidos, pois somente se processarão os comunicados que contenham todos os dados pedidos nos formulários padronizados.

A fim de demonstrar toda sua disposição para colaborar com o proprietário do receptor interferido, o permissionário da estação transmissora e suposto interferente pode entregar-lhe um exemplar do formulário 085 para preenchimento e para envio, embora também se recebam outros comunicados, desde que contenham todos os dados pedidos nos formulários. O uso dos formulários padronizados facilita o manuseio e a análise do processo, possibi-

litando o atendimento da ocorrência em tempo mínimo. É por esse motivo que recomendo o uso dos formulários padronizados.

17.3 Proteção Ecológica do Espectro de Radiofreqüências nas Grandes Cidades

Falam os ambientalistas de poluição atmosférica, de poluição sonora e até de poluição visual, e todos esses fenômenos são diretamente sentidos pelo olfato, pelo ouvido e pela vista, podendo ser observados por toda a população sem auxílio de dispositivo técnico de qualquer natureza. Se pudesse ser expressa em grandeza percentual comparável, o índice da poluição de radiofreqüência em metrópoles como São Paulo, Rio de Janeiro, Buenos Aires ou Cidade do México seria bem mais elevada do que o das poluições atmosférica, sonora e visual.

Mesmo não possuindo medidores de intensidade de campo, ou analisador de espectro, qualquer radioamador pode verificar o efeito dos campos de radiofreqüência das grandes cidades sobre a recepção; basta pegar um receptor doméstico portátil comum (que não tenha gabinete de metal blindado) que possua ondas curtas e, utilizando apenas sua antena telescópica, sintonizar as grandes emissoras de radiodifusão de outros continentes. Depois, levar o mesmo receptor com a mesma antena telescópica ao interior, longe das grandes cidades, e sintonizar as mesmas emissoras. Ele dificilmente acreditará que o receptor é o mesmo. Especialmente em ondas métricas, um sem número de espúrios em intensidade prejudicial infesta o espectro de radiofreqüências, especialmente nas redondezas de onde estão localizadas as grandes emissoras de TV e FM.

Não nos restringimos aos batimentos entre as várias emissões; estes são inevitáveis, embora seu número possa ser sensivelmente reduzido mediante remanejamento de freqüências e de locais. Nós queremos nos referir à própria geração de espúrios em equipamentos inadequadamente projetados e/ou executados. Basta ligar um analisador de espectro nas proximidades da antena para se chegar à conclusão de que o nome "transmissor" não se aplica ao caso, pois deveria ser chamado mais apropriadamente de gerador de espúrios.

Quem não quiser ter o trabalho de ir até às emissoras com um analisador de espectro para examinar as amostras, basta ligar, em São Paulo ou no Rio de Janeiro, em qualquer lugar nas proximidades da aglomeração das emissoras de FM e TV e de outros serviços de telecomunicações em ondas métricas, um bom varredor de faixa (*scanner*). Para cada freqüência útil onde o *scanner* pára, ele

vai também parar em dez a vinte freqüências onde nada existe a não ser espúrios. Agora levamos o mesmo *scanner* para uma casa de campo ou de praia e poderemos verificar que não se trata de batimentos internos (*birdies*) do receptor, mas de espúrios realmente existentes nas grandes metrópoles, pois nos locais distantes eles não aparecem. Obviamente não queremos generalizar: existem grandes diferenças entre um equipamento transmissor e outro. Existe uma emissora de FM situada na praça Oswaldo Cruz, em São Paulo (não desejamos revelar qual das duas ali existentes), que inicia a geração de espúrios às dezenove horas toda noite, com o começo do programa radiofônico *A Voz do Brasil* (aparentemente ela muda para o equipamento de reserva que funciona como "gerador de espúrios"). Não é de se estranhar que várias repetidoras de VHF situadas à avenida Paulista sofram interferências a partir das dezenove horas.

Falando de repetidoras e de outras estações, inclusive oficiais e do serviço limitado, de radiochamada e de radiorrecados, todas atuando no espectro de ondas métricas, muitas delas também têm sua parte de culpa pela poluição. Quem não acreditar, basta ligá-las a um analisador de espectro.

A meu ver, antes de atacar em grande escala os espúrios por batimento, devem-se eliminar os espúrios gerados em cada emissora, o que reduzirá, até em ordem de grandeza, uma parcela maior da poluição do que os resultados de batimentos.

17.4 Interferências com Trens de Pulsos Longos: Da Guerra Fria à Guerra contra o Narcotráfico

O pica-pau russo, conhecido no mundo inteiro pelo nome popular *woodpecker*, foi instalado pela primeira vez nos meados de 1976, e seus idealizadores tinham a intenção de mantê-lo em uso em combinação com satélites, até ser aperfeiçoado outro sistema que, utilizando exclusivamente satélites, pudesse cumprir a tarefa de identificar e localizar aeronaves e mísseis de baixa altitude, não percebidos pelos radares comuns de microondas.

Embora ele tenha provocado muitas interferências nas radiocomunicações durante mais de treze anos, todos os protestos do governo norte-americano à União Internacional de Telecomunicações (ITU), desde 1976 e durante a década de 80, ficaram sem resposta por parte da ex-União Soviética. Os soviéticos só o desativaram devido ao advento da distensão militar causada pela *Glasnost*.

A primeira estação pica-pau foi instalada nas proximidades de Kiev, com a potência inicial de 2 MW.

Em seu último estágio de desenvolvimento, o sistema pica-pau russo tinha três estações em funcionamento (ver mapa azimutal eqüidistante), uma na região ocidental daquele país (no mapa, dirigida a 180°), uma na região setentrional (no mapa, dirigida a 290°), e a terceira na região oriental (no mapa, dirigida a 125°). É esta última que, embora bem além de seu alcance útil de reflexão, atingiu o Brasil e outros países da América do Sul (ver Fig. 17.1).

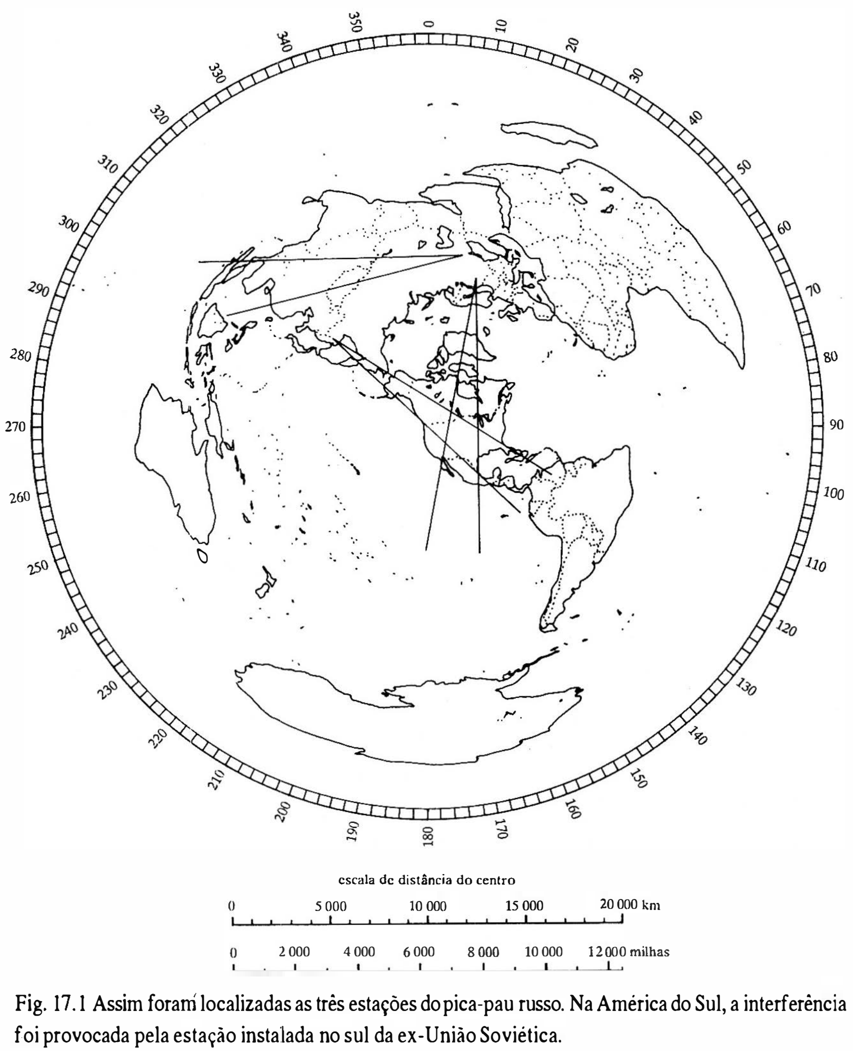


Fig. 17.1 Assim foram localizadas as três estações do pica-pau russo. Na América do Sul, a interferência foi provocada pela estação instalada no sul da ex-União Soviética.

Desde o início de sua operação, a potência das estações foi elevada entre 10 e 50 MW pico. Os russos escolheram para este serviço as bandas de

radioamador por três motivos: a potência utilizada por radioamadores é menor do que a das estações de radiodifusão de ondas curtas, os radioamadores só operam uma fração do tempo ao invés de período integral e, finalmente, porque as reclamações dos radioamadores têm menos peso do que as das grandes estações de radiodifusão.

A instalação de uma estação pica-pau não era tarefa fácil. Suas antenas devem ser muito grandes em relação aos comprimentos de onda utilizados, capazes de agüentar potências elevadíssimas, devem apresentar alto ganho e diretividade numa gama extensa de freqüências e devem ser dirigíveis tanto em elevação quanto em azimute.

A configuração da antena consta geralmente de vários dipolos verticais de banda larga, tipo borboleta, na frente de telas refletoras. Os lóbulos principais de radiação são dirigidos pela relação de fase de alimentação dos dipolos borboletas. Para conseguir o lóbulo principal de irradiação em ângulo mais baixo possível, uma tela de metal está colocada no chão na frente da antena em toda a largura desta e até 3 km de distância. Embora o uso de antenas separadas de transmissão e de recepção complique a sincronização das janelas de transmissão e de recepção, esta é preferida devido à simplificação da construção da antena.

As condições de propagação ionosférica estavam sendo sondadas constantemente, e, como resultado das variações, os pica-paus puderam mudar de uma banda de radioamador para a outra. Quando o retorno do radar era interferido, ele pulava de freqüência de 100 kHz para cima ou de 100 kHz para baixo, dentro da mesma banda de radioamador. O pica-pau utilizava normalmente dez trens de pulsos por segundo, contando cada um com até vinte pulsos de duração diferente, alguns de menos de dois milissegundos, dando-lhe uma freqüência efetiva de repetição de pulsos de oitenta pulsos por segundo. Mais tarde, os russos introduziram um espalhamento na freqüência de transmissão, com a correspondente compressão de freqüência na recepção, diminuindo, assim, a influência de estações avulsas de radioamador sobre o sinal recebido. É óbvio que essa nova técnica aumentou ainda mais a interferência causada nas faixas de radioamador. Como era de se esperar, a janela de recepção do receptor era sincronizada com a janela do transmissor, já levando em conta o tempo de ida e volta do alvo.

O alcance efetivo do pica-pau russo era o seguinte:

Bandas (m)	Números de saltos	Ângulos verticais de saída s/ o horizonte 20° (km)	12° (km)	4° (km)
15	1	2 100	2 600	3 600
	2	3 900	5 000	6 000
20	1	1 700	2 200	2 800
	2	3 300	3 800	4 500

Sendo a distância entre a América do Sul e a estação pica-pau interferente três vezes maior do que seu alcance útil, ele não era capaz de fazer identificação aqui, mas ainda era bem capaz de interferir em nosso continente.

As especificações das estações pica-pau russas eram as seguintes:

- distâncias cobertas: 1 000 a 4 000 km;
- ângulos de azimute cobertos: teoricamente 360°, na prática cada estação operou dentro de 120°;
- resolução de distância: 20 a 40 km, podendo chegar a 2 km;
- exatidão da distância medida: até 10-20 km, sob condições ótimas;
- resolução de ângulo: até 1°, correspondendo a 25 km de largura a 1 500 km de distância;
- resolução Doppler: na banda de 15 m, uma velocidade de 3 km/h.

Consoante ao que foi mencionado no início deste item, e como resultado da distensão militar, a ex-União Soviética desativou o sistema pica-pau; todavia, os Estados Unidos substituíram seu sistema equivalente Over-The-Horizon-Backscatter (OTH-B) por um novo sistema, construído pela General Electric, para detectar os aviões do tráfego de entorpecentes desde sua saída da Colômbia até sua chegada aos Estados Unidos. A primeira estação de transmissão, com três antenas de mais de 1 095 m de extensão cada, encontra-se na cidade de Moscow, perto da eclusa Wyman, no rio Kennebec, Estado de Maine, e a primeira estação de recepção, com três antenas de 1 520 m de extensão cada, em Columbia Falls, junto à BMA Pleasant, também no Estado de Maine, a uma distância de 175 km da estação transmissora. As duas estações são controladas por computadores VAX desde o centro de operações localizado na cidade de Bangor, exatamente no meio da linha que liga as cidades de transmissão e de recepção (ver Fig. 17.2).

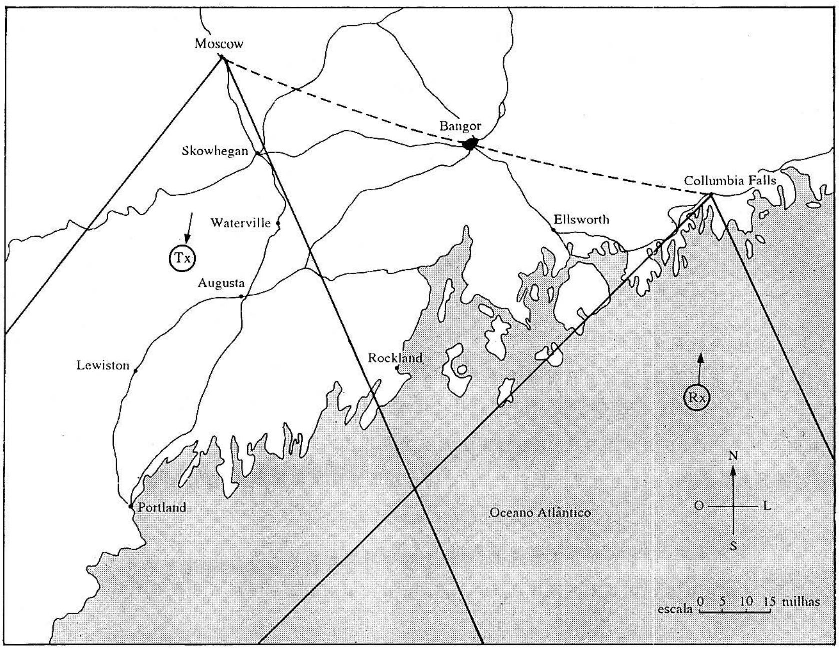


Figura 17.2 Localização do novo sistema norte-americano OTH-B, no Estado de Maine.

A localização da primeira estação receptora, em Columbia Falls, foi escolhida não apenas porque a cidade tem somente o oceano diante de si desde 220°, de sudoeste até o leste, minimizando qualquer possibilidade de interferência na recepção pela área por ela coberta, mas também para que toda a área visada pela cobertura caia entre os limites de alcance mínimo e máximo do sistema OTH-B. Esta área é de 11 700 000 km^2. A costa mais próxima de Colômbia se situa a 4 000 km da cidade de Columbia Falls, e Medellín a 4 800 km, ambos atingíveis com dois saltos ionosféricos e com baixo ângulo de saída.

Ao detectar a decolagem de aviões suspeitos, o centro de Bangor aciona o centro tático do Pentágono, localizado em Key West, na parte mais setentrional da Flórida, para acompanhar os aviões suspeitos, bem como a Administração Federal de Entorpecentes, para estar presente na sua aterrissagem forçada pelos caças.

Para complementar o sistema, já estão sendo programadas estações similares a serem implantadas em Dakota do Norte, na Califórnia e no Alasca.

Embora o OTH-B norte-americano não utilize as bandas de radioamadores, é de toda conveniência que estes sejam familiarizados com os meios de

proteção contra eventuais e futuras interferências por trens de pulsos longos dos radares sobre o horizonte.

Qual é a proteção do radioamador contra as interferências dos trens de pulsos? Os transceptores mais modernos têm incorporados dois *noise blankers* independentes; um, comum, contra os pulsos de ignição, e o outro contra os ruídos longos dos trens de pulsos. A moda começou com o Yaesu FT1, com o Kenwood TS-930S e com o ICOM IC-751, sendo que todos os novos transceptores de HF destinados à operação base, muito obviamente, já incorporam esse dispositivo. Aqueles cujo transceptor ainda não incorpora esse dispositivo, e que se sentem muito interferidos, podem optar pelo supressor de interferência modelo WB-1 (significa Woodpecker Blanker 1), mais bem conhecido como Moscow Muffler (da Advanced Electronics Application, 2 006, 196th Street SW, Lynnwood, Washington 98 036). É óbvio que, quando o apelido foi inventado, seu autor jamais poderia ter imaginado que a primeira estação transmissora do novo sistema norte-americano de OTH-B fosse instalado exatamente na cidade de Moscow, Estado de Maine, na parte mais a nordeste dos Estados Unidos.

17.5 RFI para o Principiante[1]

a. O que é RFI?

Em menos de 10% dos casos, RFI é a interferência causada por radiofreqüência. Em aproximadamente 90% dos casos, é a interceptação de radiofreqüência. Por esse motivo, sugerimos nunca interpretá-la como "interferência por RF", mas sempre como "interceptação de RF". A definição não é nossa, mas de um ex-presidente da ARRL, apresentada em seu depoimento ao Senado norte-americano durante a discussão do Projeto de Lei S-864 sobre RFI, de autoria do então senador Barry Goldwater, K7UGA.

b. O que pode causar RFI?

RFI pode ser causada pelo dispositivo que emite radiofreqüência, pelo dispositivo que intercepta radiofreqüência, ou por terceiros elementos.

c. Qual é a obrigação do radioamador no sentido de não causar RFI?

O radioamador só tem três obrigações no sentido de não provocar RFI: transmitir dentro das faixas que lhe são atribuídas, não ultrapassar o limite de potência permitida, bem como suprimir a emissão de harmônicos, espúrios e

1. Esclarecimentos em forma de perguntas e respostas.

de outras radiações não essenciais, conforme exigido pelas normas técnicas aplicáveis.

d. Como garantir o cumprimento da terceira obrigação?

Transmissores e transceptores de boa procedência já vêm com circuito de saída em pi, destinado a suprimir os harmônicos e outros espúrios (de outra forma, a FCC não permitiria sua comercialização nos EUA). Dessa maneira, os equipamentos de boa marca já são seguros em si, desde que convenientemente operados (não exceder 100% de modulação).

e. Quais são as exigências da FCC quanto ao limite máximo de radiações não essenciais em ondas curtas para radioamadores?

Os limites para radioamadores nas freqüências de HF são os seguintes: até 30 MHz, o valor médio da potência não essencial total irradiada (harmônicos e espúrios) deve estar ao menos 40 dB abaixo do valor médio da potência irradiada na freqüência de operação, porém nunca pode exceder 50 mW, mesmo que a potência irradiada esteja acima de 500 W.

f. E os transmissores antigos e de construção caseira, como podem se enquadrar nas normas vigentes?

Como se sabe, a maior parte da radiação não essencial vem dos harmônicos da freqüência de operação. Quanto aos harmônicos, os radioamadores foram ajudados pela alocação de suas faixas, pois os segundo, quarto, sexto e oitavo harmônicos da faixa de 80 m, o segundo, terceiro e quarto harmônicos da faixa de 40 m e o segundo harmônico da faixa de 20 m caem, em sua maior parte, dentro das faixas dos próprios radioamadores.

g. O que fazer se houver conteúdo excessivo de harmônicos de 15 e 20 m que caem fora das faixas de radioamadores?

Neste caso encontram aplicação os filtros passa-baixas, como o Drake TV-1000 LP, TV-3000 LP etc. (ou os que este livro ensina a construir), que cortam toda a emissão a partir de 30 MHz, logo acima da faixa de 10 m (ver Item 17.6).

h. Quais são os limites máximos de radiação não essencial nas faixas de VHF (50-54, 144-148 e 220-225 MHz)?

As limitações entre 30 e 235 MHz são as seguintes: para potência acima de 25 W, a atenuação mínima obrigatória é de 60 dB abaixo da potência irradiada na freqüência fundamental; para potência de 25 W e menos, a atenuação mínima obrigatória é de 40 dB; todavia, neste último caso, a potência média total da irradiação não essencial não pode exceder 25 µW.

i. O que acontece se uma empresa comercializa nos Estados Unidos um transceptor de VHF cujos espúrios excedem o limite da norma?

Anos atrás, a Heathkit teve de recomprar todos os aparelhos vendidos

de seu primeiro modelo de transceptor sintetizado de 2 m, pagando a cada proprietário o preço original e mais 50 dólares pelo trabalho de montagem, devido a excesso de espúrios, pois o regulamento se aplica não somente para os transceptores prontos, mas, também, para os que são comercializados em forma de *kits*. Assim, qualquer radioamador dos países de línguas ibéricas, que esta, utilizando equipamento de VHF também vendido nos Estados Unidos, pode ter certeza absoluta de que ele atende às normas técnicas aplicáveis de seu país, que seguem, via de regra, os regulamentos da FCC.

j. O que acontece se, apesar de transmitir dentro das normas aplicáveis, os sinais de radioamador aparecerem em outros dispositivos que não sejam receptores de radioamador?

Se o amador transmitir dentro de suas faixas, dentro da potência de entrada permitida, se se mantiver dentro dos limites máximos de modulação e suprimir todas as outras irradiações conforme a atenuação exigida pelas normas técnicas, o problema de RFI não é mais do radioamador. Ninguém pode exigir do radioamador que ele suprima sua irradiação na freqüência fundamental para a qual tem licença de operação concedida pela autoridade competente.

k. Como é possível aos sinais, irradiando exclusivamente dentro das faixas de radioamadores, aparecerem em receptores de TV, amplificadores de alta-fidelidade, intercomunicadores, gravadores e outros dispositivos similares?

Nos casos de receptores de TV ou radiorreceptores de qualquer espécie, trata-se de insuficiência de seletividade. Nos casos de dispositivos não destinados a captar ondas eletromagnéticas, de falta de bloqueio de radiofreqüência e/ou falta de blindagem adequada.

l. Por que os fabricantes de muitos desses equipamentos não melhoram a sua seletividade ou incorporam filtros de bloqueio e blindagens para prevenir a interceptação de outras emissões?

A questão é puramente econômica. Enquanto somente um certo percentual dos dispositivos vendidos está sendo usado nas proximidades de transmissores, fica mais barato para o fabricante "quebrar o galho" nestes poucos aparelhos do que incorporar os melhoramentos necessários em 100% de sua produção. Todavia, esta situação vai mudar. Não somente os milhões de transceptores do serviço de rádio do cidadão estão aumentando a porcentagem dos dispositivos que se encontram nas proximidades de estações transmissoras, mas também estão em discussão projetos de lei, nos Estados Unidos e em outros países, que poderão obrigar os fabricantes desses dispositivos a incorporar, em todas as unidades fabricadas, os melhoramentos necessários.

m. Como posso convencer o meu vizinho de que o problema não é do meu transmissor, mas do televisor dele?

Leve um televisor bom à casa dele. Ligue-o no mesmo lugar à mesma antena. Se o televisor do radioamador não apresenta RFI e o dele apresenta, fica provada a improcedência da reclamação.

n. Pode acontecer que o transmissor seja bom, o receptor de televisão seja bom, e mesmo assim apareça RFI?

Sim, mas este caso é muito raro. Como já mencionamos no início deste item, RFI pode ser causada por terceiros elementos.

o. Pode citar um caso destes?

Suponhamos que seu segundo vizinho à direita tenha uma antena velha de TV, junto a um reforçador, o qual, incidentalmente, não está mais ligado nem à rede nem ao televisor. A antena capta a emissão do radioamador em 15 m, o transistor do reforçador funciona como um diodo gerador de harmônicos, e a antena o reirradia para toda a vizinhança em 65 MHz, bem dentro do canal 3 de TV; ou capta a emissão de 10 m, gera o terceiro harmônico e o reirradia em 86 MHz, dentro do canal 6 de TV.

p. Como se localizam estes terceiros elementos interferentes?

Os localizadores de interferências possuem antenas altamente direcionais que indicam um zero agudo no momento em que estiverem dirigidos, em conjunto com um visor, sobre a fonte de interferência.

17.6 Filtros Passa-baixas para Transmissão

Os mais intensos harmônicos das faixas de 3,5, 7 e 14 MHz caem dentro das próprias faixas de radioamador (em 7, 14, 21 e 28 MHz). Todavia, para as faixas de 21 e 28 MHz, todos os harmônicos caem fora das faixas destinadas a radioamadores, em 42, 56, 63, 84 MHz etc., podendo causar interferências em outros serviços, principalmente no serviço de radiodifusão de sons e imagens, mais bem conhecido sob o nome de televisão.

Embora um radioamador não possa evitar que a sua freqüência fundamental seja indevidamente interceptada, é de sua plena responsabilidade impedir que a sua estação emita harmônicos e/ou espúrios em freqüências destinadas a outros serviços, que, obviamente, não podem ser filtrados no local de recepção. Para que um radioamador possa ter certeza de não ser culpado pela interferência, deve assegurar que não sejam irradiadas freqüências acima de 30 MHz quando ele opera em HF.

Os radioamadores que desejam ter segurança absoluta de cumprir esta obrigação, podem recorrer a filtros passa-baixas. A maioria desses filtros, com

freqüência de corte de 30 MHz, admite valores de potência de saída dos maiores amplificadores lineares permitidos no serviço de radioamador, ou seja, de 1 000 W efetivos (ver Fig. 17.3).

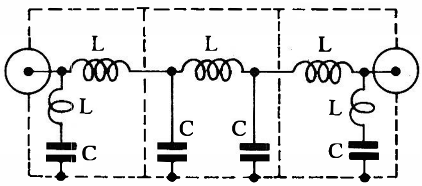


Fig. 17.3 Diagrama elétrico de um filtro passa-baixas.

A boa blindagem do filtro é essencial. Toda a blindagem externa, bem como as divisões internas devem ser de latão soldado ou de metal injetado.

Quais são as exigências técnicas em relação a um filtro passa-baixas?

Em primeiro lugar, ele deve oferecer baixa perda de inserção nas freqüências de operação, não ultrapassando, em nenhuma freqüência, a 0,3 dB. Em segundo lugar, ele deve oferecer atenuação suficiente nas freqüências a serem protegidas. Em terceiro lugar, as interconexões dentro do filtro devem ser as mais curtas possíveis, a fim de não ressonar em freqüências mais elevadas. Finalmente, a inserção do filtro não deve causar descasamento de impedância, mesmo nas proximidades da freqüência de corte.

Quais são as precauções necessárias ao se usar um filtro passa-baixas?

Em primeiro lugar, o filtro nunca deve ser ligado à transmissão sem antena ou carga não-irradiante ligada à sua saída. As tensões elevadas, devido à falta de carga, podem danificar os capacitores. Em segundo lugar, deve-se usar um condutor (cabo coaxial) mais curto possível entre o transmissor e o filtro. Em terceiro lugar, o casamento da antena com a linha de transmissão deve ser o melhor possível, com o filtro "enxergando" na direção da antena, uma ROE de 1:1. Esta ROE não deve se alterar muito na direção do transmissor, mesmo nas proximidades da \freqüência de corte. Mesmo que o filtro altere a ROE, isto não introduzirá perda, uma vez que as perdas na ligação entre o filtro e o transmissor são insignificantes e mesmo aumentando-as de 20 ou 30%, certamente continuarão insignificantes.

Poucos radioamadores sabem que deixando o filtro passa-baixas na linha de antena durante a recepção - como normalmente ocorre no serviço de radioamador -, esse funciona também como filtro para proteger o estágio de entrada do receptor das irradiações de estações de TV ou FM localizadas nas

proximidades. Se essa função não for necessária, o filtro pode ser deixado unicamente na saída do transmissor, sendo a entrada do receptor ligada diretamente, o que melhorará o sinal em receptores cuja entrada não for bem casada com a impedância de 50 Ω da linha.

Teoricamente, um filtro deve funcionar como um pedaço de linha de transmissão nas freqüências de operação e como um atenuador nas freqüências indesejáveis. Os bons filtros se aproximam bastante desse ideal teórico.

18. RADIOAMADORISMO E SAÚDE

18.1 Pesquisas Médicas sobre Radioamadorismo

Ainda há muitas dúvidas quanto ao efeito de campos eletromagnéticos sobre a saúde do radioamador. Exceto em casos graves e até letais, causados por microondas de alta potência (na frente de antenas parabólicas de radar), poucos elementos tangíveis são disponíveis para conhecer os limites.

Felizmente, a exposição de radioamadores a campos de radiofreqüência é limitada por vários fatores. Antes de tudo, eles operam com potências relativamente baixas. Segundo, eles costumam receber por mais tempo do que transmitir, especialmente em rodadas. Terceiro, mesmo durante os períodos de transmissão, com exceção dos modos digitais e em FM, eles não transmitem todo o tempo com potência total (no CW a portadora é interrompida por aproximadamente a metade do tempo, e em AM e SSB somente os picos de modulação chegam à potência total). Mesmo assim, trata-se de um aspecto que merece cuidadosa atenção.

Um estudo recente tomou como base a seção "Filamentos apagados" (*Silent keys*) publicada na revista *QST* entre 1971 e 1983, restringindo a pesquisa aos radioamadores residentes nos Estados da Califórnia e de Washington na época de seus falecimentos. Somente homens foram pesquisados, com um total de 1 691 certificados de óbito.

Tomando como paradigma as estatísticas de mortalidade dos Estados Unidos, deveria ter sido a leucemia a *causa mortis* de 12,6 radioamadores do grupo pesquisado. Na realidade eram 24, sendo a probabilidade de um desvio aleatório desta grandeza menos de 1%.

A pesquisa foi repetida em 1985 em uma escala bem maior. Entre 1979

e 1984, foram identificados 67 829 radioamadores e estudados 2 485 casos de falecimento, entre eles 2 083 só do Estado da Califórnia. O espectro das *causa mortis*, inclusive do total dos falecidos devido a câncer, não era diferente das proporções gerais existentes nos Estados Unidos. Todavia, dentro dos motivos relacionados ao câncer, o número de câncer do tecido linfático, como mieloma múltiplo e linfoma não Hodgkin, era desproporcionalmente alto, culminando com a leucemia mielogênica aguda.

Deve-se observar ainda que dos radioamadores, cujo falecimento foi relacionado ao câncer, 31% trabalharam também profissionalmente no campo eletromagnético como técnico de manutenção, operador de rádio ou reparador de televisores, ao contrário da sua proporção na população do país, que á apenas de 3%. Entre onze falecimentos por motivos de leucemia, linfoma ou mieloma múltiplo, cinco pertencem às profissões citadas, e nas quais até a inalação de vapores de solda ou de produtos correlatos pode ter contribuído com o aumento do número de casos.

Era interessante e surpreendente no resultado deste estudo que a incidência de falecimentos devidos ao câncer de pâncreas ou de pulmão, às doenças respiratórias e circulatórias e a acidentes era menor entre os radioamadores falecidos do que na população norte-americana em geral. É óbvio que muitos fatores podem ter influenciado no resultado dessas pesquisas. Assim, resolvemos abordar, neste capítulo, a situação dos efeitos biológicos[1] da radiação de dois lados: de freqüências de radiocomunicação e de freqüências da rede elétrica.

18.2 Efeitos Biológicos de Radiações

É preocupação de muitos radioamadores ativos o eventual efeito biológico prejudicial das ondas eletromagnéticas, com as quais eles têm contato regular. O problema é de âmbito geral das telecomunicações, todavia há poucos aspectos em que possamos afirmar que os pesquisadores tenham chegado a um consenso.

Há, todavia, sinais evidentes da evolução. Até 1985, a FCC dos Estados Unidos estabeleceu uma única limitação de exposição a radiações eletromagnéticas de 10 MHz até 100 GHz; 10 mW/cm^2 para exposição de até 0,1 hora, e 1 mW/cm^2 para exposição de duração maior. A partir de 1º de janeiro de 1986, a FCC mudou o fluxo de potência permitida conforme os limites estabelecidos pelo American National Standards Institute (ANSI).

1. Ivan A. Shulman, "Is Amateur Radio Hazardous to our Health?", *QST*, out. 1989, p. 31.

Para os ambientes de trabalho (exposição de seis minutos, ou seja, um décimo de hora), os limites máximos permitidos são os seguintes:

Freqüências	Fluxos de potência máxima (mW/cm^2)	Quadrado da intensidade de campo elétrico (V^2/m^2)	Quadrado da intensidade de campo elétrico (A^2/m^2)
10 kHz-3 MHz (VLF, LF, MF)	100	377 000	2,65
3 MHz-30 MHz (HF)	$900/f^2$	$3\,770 \times 900/f^2$	900 37,7 f^2
30 MHz-100 MHz (VHF)	1,0	3 770	0,0265
100 MHz-1 000 MHz (UHF)	f/100	3 770 x f/100	f/3770
1 000 MHz-3000 GHz (UHF, SHF, EHF)	10,0	37 700	0,265

A Fig. 18.1 apresenta os limites acima em forma de gráfico.

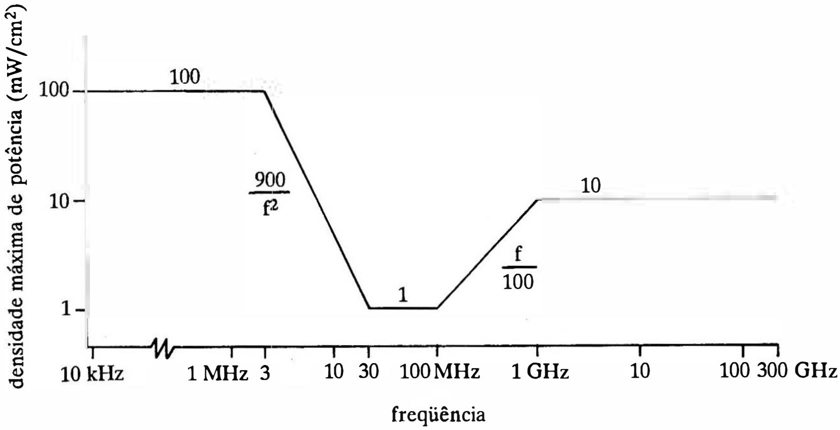


Fig. 18.1 Densidade máxima de potência em função da freqüência conforme norma do ANSI.

Agora imaginemos que um radioamador fica junto a sua antena durante 0,1 hora (seis minutos), enquanto esta está irradiando. Qual é a densidade de potência máxima permitida durante este período, seus efeitos prejudiciais, nas vinte faixas de radioamadores?

Bandas	Freqüências (MHz)	Densidades de potência máxima (mW/cm^2)
160 m	1,8-1,85	100
80 m	3,5-3,8	65
40 m	7-7,3	17
30 m	10,1-10,15	9
20 m	14-14,95	4
17 m	18,068-18,168	3
15 m	21-21,45	2
12 m	24,89-24,99	1,5
10 m	28-29,7	1
6 m	50-54	1
2 m	144-148	1,5
1,25 m	220-225	2,2
70 cm	430-440	4,3
33 cm	902-928	9
23 cm	1 240-1 300	10
13 cm	2 300-2 450	10
9 cm	3 300-3 500	10
5 cm	5 650-5 725	10
3 cm	10 450-10 500	10
1,2 cm	24 000-24 250	10

Quando o radioamador ou o grande público ficar exposto à radiação meia hora (trinta minutos), as densidades de radiação permitidas são a quinta parte dos valores acima indicados.

A norma do ANSI é baseada na limitação da taxa pela qual o corpo humano absorve a energia de RF. Esta taxa é de 0,4 W/kg para toda a massa do corpo humano, ou de 8 W/kg para qualquer grama de tecido do corpo, prevalecendo, obviamente, o limite que é atingido primeiro.

Para evitar mal-entendidos, desejo lembrar que enquanto as radiações ionizantes, como raio X e radiação gama de cobalto e de césio radiativos, têm efeito cumulativo, as ondas eletromagnéticas, sendo radiações não-ionizantes,

só têm efeito calorífico, sendo seu risco unicamente o aumento de temperatura interna do corpo enquanto recebe essas radiações, sem efeito cumulativo.

Para visualizar as diferenças entre os dois tipos de radiação, vamos imaginar, em lugar do corpo humano, uma sopa de carne. A radiação ionizante pode ser comparada com uma dose de sal que adicionamos à sopa todo o dia, durante um ano. A radiação não-ionizante pode ser comparada com o fogão que aquece a sopa todo o dia até 50° C, deixando-a resfriar depois, repetindo o ciclo todo os dias, durante um ano. Decorrido um ano, o efeito cumulativo do sal será sentido na sopa, porém o efeito do aquecimento repetido passará despercebido. É que o sal tem efeito cumulativo.

Como é estabelecida a densidade de radiação?

Para efeito de estabelecimento da densidade de radiação, distinguem-se campo próximo e campo remoto. A distância até onde consideramos o campo como próximo é:

$$D = \frac{2\,l^2}{\lambda}$$

onde l é a dimensão máxima da antena; λ é o comprimento de onda. Passando essa distância, no campo remoto, a densidade de radiação pode ser calculada pela fórmula:

$$X = \frac{P \times G}{4\,\pi\,R^2}$$

onde
X = densidade de radiação, em mW/cm^2;
P = potência do transmissor, em mW;
G = ganho da antena, em dBi;
R = distância da antena, em metros.

A determinação da densidade de radiação, como já vimos da norma do ANSI, só tem significado se considerarmos a freqüência. Por esta razão, o professor A. Peter Ruderman, VE1PZ, da Universidade de Dalhousie, em Halifax, Canadá, analisou as faixas utilizadas no serviço de radioamador e comentou os efeitos biológicos que elas podem provocar. De acordo com as pesquisas efetuadas pelo professor Ruderman, nas faixas de ondas curtas, de 160 a 10 m (1,8 até 30 MHz), a maior parte da radiação atravessa o corpo humano e apenas uma pequena fração transforma-se em calor. Como exemplo,

ele menciona que um radioamador que fica durante 1 hora a 1 m de distância do ponto de alimentação de uma antena dipolo, ligada a um amplificador linear de 1 000 W de entrada (600 W de saída), na faixa de 40 m, terá a temperatura de seu corpo aumentada em cerca de 1°C (ou seja, como se tivesse uma febre de 37,5°C, contra sua temperatura normal de 36,5°C).

Podemos deduzir do exemplo do professor Ruderman que, sendo a radiação de RF no *shack* muito inferior à do sistema irradiante, não há perigo de aquecimento por irradiação quando operamos com o transmissor em ondas curtas.

Na faixa de 2 m, já aproximadamente 10% da energia que atravessa o corpo humano é convertida em calor. Esta é a faixa onde começa a surgir a necessidade de se tomar cuidado nas proximidades da antena. Quando a radiação de 2 m atinge todo o corpo humano, é possível que, além das características de absorção de radiação do próprio tecido, o fluxo menor de potência permitida seja relacionado com o fato de o corpo humano, devido ao seu comprimento, ressonar exatamente nessas freqüências, constituindo quase onda completa na banda de 2 m.

Em 420 a 450 MHz, faixa de 70 cm, aproximadamente a metade da energia de radiação que atinge o corpo é transformada em calor.

Nas faixas de radioamador de 23 cm (1 215 a 1 300 MHz), 13 cm (2 300 a 2 450 MHz), 9 cm (3 300 a 3 500 MHz), 5 cm (5 650 a 5 725 MHz), praticamente toda a energia que atinge o radioamador é transformada em calor (os fornos de microondas operam nesta região do espectro). Conseqüentemente, essas são as faixas mais perigosas segundo o professor Ruderman.

Na faixa de 3 cm (10 450 a 10 500 MHz), de novo a metade da energia é absorvida (como no caso de 420 a 450 MHz).

Finalmente, na faixa de 1,2 cm (24 000 a 24 500 MHz) as ondas eletromagnéticas são refletidas pela superfície do corpo, dando sensação de calor superficial, com um mínimo de penetração.

Como podemos ver pela resenha acima, na prática atual do radioamador, segundo o professor Ruderman, as faixas que podem dar motivo a preocupação são as de 2 m e de 70 cm, enquanto as normas norte-americanas estabelecem as densidades mínimas permitidas para 10 m, 6 m, 2 m e 1,25 m.

O professor Ruderman, em continuação de seu trabalho, afirma que uma antena, transmitindo 10 W em 144 MHz, a 1 m do rosto do motorista, resulta em intensidade de radiação de 10 mW/cm^2. Ele acha ainda mais perigosos os *handy-talkies* de 2 m e de 70 cm, nos quais, ao falar pelo microfone, a base da antena irradiante fica próxima dos olhos do operador. Assume-se que um

aumento de temperatura de 10°C no globo ocular pode resultar em catarata irreversível, e um aumento de 2°C nos testículos, em esterilidade temporária.

O maior interessado nos efeitos biológicos dos *handy-talkies* é a Motorola, que vende anualmente milhares deles para polícia, bombeiros, aeroportos, supermercados e outros serviços dos Estados Unidos e do mundo inteiro. Por isso, antes de lançar no mercado seus novos *handy-talkies* de VHF e UHF, com potência aumentada para 6 W, ela destacou uma equipe de três engenheiros para medir a elevação de temperatura nas várias partes da cabeça do operador, ao transmitir com um *handy-talkie* em 150 MHz e com um outro em 450 MHz.

A equipe montou uma cabeça simulada e a expôs a uma radiação de 6 W a 5 cm das antenas dos transceptores. Em 150 MHz, utilizou-se antena espiral, ao passo que em 450 MHz foi experimentada tanto antena espiral quanto também uma integral de um quarto de onda. Após ter exposto a ''cabeça'' à radiação durante 15 a 60 segundos (correspondente aos períodos médios de transmissão), mediu-se a temperatura por meio de uma sonda térmica, nos vários pontos. Além disso, pontos ''quentes'' podiam ser localizados por meio de termograma infravermelho. As Figs. 18.2, 18.3 e 18.4, que ilustram este item, indicam as temperaturas detectadas. Em 150 MHz, a temperatura do globo ocular aumentou de 0,01°C; em 450 MHz, com antena espiral, de 0,05°C, e em 450 MHz, com antena integral de um quarto de onda, de 0,07°C, todos a 5 cm da base da antena.

No mesmo arranjo, foram feitas medições de densidade de radiação. A antena do aparelho de 150 MHz, a 5 cm de distância, resultou em uma densidade de radiação máxima de 168 mW/cm^2, ou seja, de 112 vezes o limite máximo permitido pela norma norte-americana para 150 MHz. Todavia, no mesmo ponto, nos tecidos somente foi verificada a penetração de 2,8 mW/cm^2 (1,8%), devendo, portanto, ser refletidos 165,2 mW/cm^2 (98,2%).

Em 450 MHz, a densidade máxima de radiação, a 5 cm de distância, era de 16 mW/cm^2, sendo refletidos 13,5 mW/cm^2 (84%) e, nos tecidos, no mesmo lugar, penetraram 2,5 mW/cm^2 (16%).

A absorção de energia, em todos os casos, era inferior às porcentagens citadas no trabalho do professor Ruderman, porém superior à norma atual dos Estados Unidos, posterior à experiência, mesmo considerando que a experiência se referia a um máximo de um minuto de exposição à radiação, enquanto a norma atual se refere a seis minutos.

A conclusão do trabalho da equipe da Motorola, na época, foi que, a não ser que a antena chegue a 5 mm do olho humano (quando pode causar queima da córnea), seus *handy-talkies* de 6 W, com tempos de transmissão de até sessenta segundos, não representariam perigo para o olho humano, mesmo utilizando o microfone e a antena próprios do aparelho.

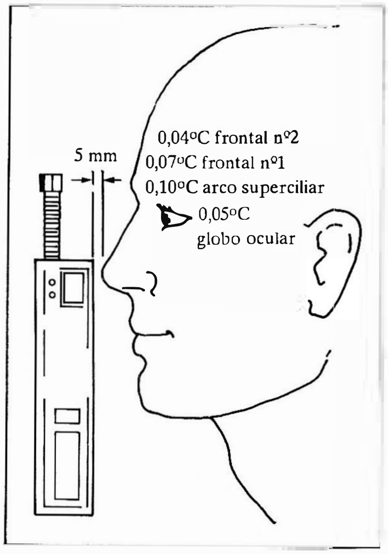


Fig. 18.2 Posição do transceptor e elevações de temperatura nomodelo, depois de sessenta segundos de transmissão, com 6 W, em 150 MHz.

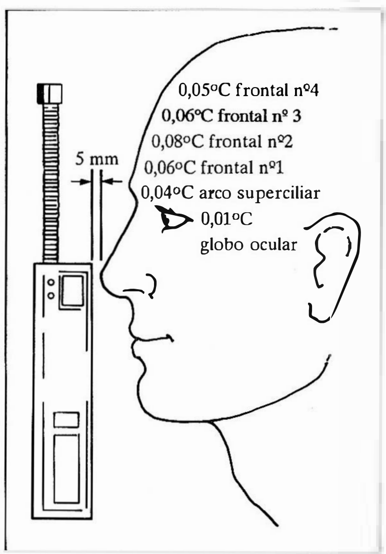


Fig. 18.3 Posição do transceptor e elevação de temperatura nomodelo, após sessenta segundos de transmissão, com 6 W e com antena helicoidal, em 450 MHz. Observem o ponto quente na altura dos supercílios (0,1°C).

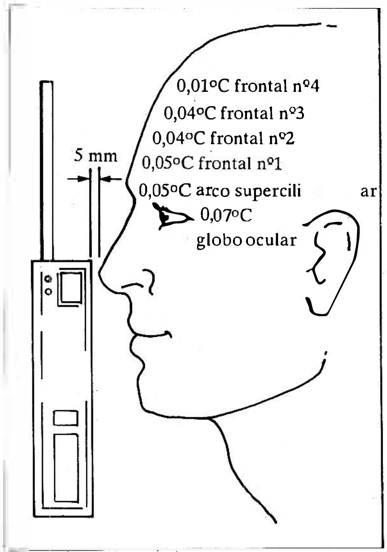


Fig. 18.4 Posição do transceptor e elevação de temperatura no modelo após sessenta segundos de transmissão, com 6 W e com antena de um quarto de onda, em 450 MHz. A maior elevação de temperatura ocorre no globo ocular (0,07°C).

Considerando a grande diferença entre as conclusões do professor Ruderman e as da equipe da Motorola, e as normas atuais dos Estados Unidos, bem como os câmbios prolongados de radioamadores que podem exceder sessenta segundos, eu mesmo, que costumo operar *handy-talkies* tanto em 2 m como em 70 cm (e neste último caso com antena telescópica de um quarto de onda), comecei a tomar as minhas precauções: quando possível, no carro, por exemplo, ligo o *handy-talkie* a uma antena externa (se não existir uma instalada no veículo, adapto uma antena magnética portátil) ao invés de usar a antena própria do aparelho; quando há possibilidade de utilizar microfone externo, prefiro utilizá-lo, a fim de poder afastar o *handy-talkie* do meu rosto. Porém, mesmo quando não há possibilidade de uso desses acessórios, evito a proximidade da antena com o olho, especialmente com o aparelho de 440 MHz, através do simples expediente de transmitir com antena para baixo e com transceptor ao lado do rosto. Experiências com as repetidoras de UHF de São Paulo demonstraram que coloco praticamente o mesmo sinal com antena para baixo e com antena para cima. Também na recepção não há diferença perceptível.

As pessoas que me observam transmitindo com antena para baixo (e que não conhecem as novas normas estadunidenses e não leram os trabalhos do professor Ruderman e da equipe da Motorola) pensam que eu não regulo bem ou que não sei operar um *handy-talkie*, uma vez que eles nunca viram alguém transmitir com antenas para baixo. Eu sei, porém, que é preferível ser considerado ignorante a eventualmente arriscar a própria vista em troca de alguns câmbios prolongados com o aparelho.

Como mencionei no início deste item, os perigos de radiação dos meios de comunicação radioelétricos estão longe de serem definidos e dimensionados. Por esse motivo, o presente item pretende ser apenas uma divulgação informativa, sem ter a pretensão de constituir a única verdade, e ainda menos de ter exaurido a matéria.

18.3 Possíveis Efeitos Biológicos dos Campos Magnéticos de 60 Hz

Já no século passado, quando as empresas de eletricidade dos Estados Unidos optaram pela freqüência de 60 Hz para suas redes de corrente alternada, em contraposição às freqüências de 50Hz da Alemanha e de 42 Hz da França, o argumento era de que com esta freqüência não haveria efeito eletrolítico na água e em soluções aquosas. O assunto não teve maiores repercussões durante mais de um século. O efeito eletrolítico dos campos eletromagnéticos de 60 Hz veio de novo à tona, por causa de sua possível influência sobre as células humanas.

No ano de 1989, o Departamento de Energia dos Estados Unidos destinou uma verba de 3 milhões de dólares e o Instituto de Pesquisas em Energia Elétrica, também dos Estados Unidos, uma verba adicional de 7,2 milhões de dólares para investigar se a radiação magnética de transformadores e motores elétricos pode interagir com a superfície da célula e provocar alterações dentro dela. Como se sabe, a membrana controla o fluxo de substâncias, energia e informações que vão de fora para dentro da célula.

No mês de junho de 1989, o Departamento de Avaliação Tecnológica do Congresso estadunidense divulgou um relatório preparado por uma equipe da Universidade Carnegie Mellon, afirmando que, a partir das primeiras evidências, ainda não é possível dizer se o risco é grande ou se ele não existe. O que está acima de dúvidas é que os campos eletromagnéticos de 60 Hz interagem com as células do organismo, produzindo alterações biológicas. Essa interação é sutil e complexa, legitimando razões para preocupação. A suspeita surgiu quando foi verificado que embriões de galinha expostos a campos magnéticos de 60 Hz apresentaram distúrbios genéticos, tanto na atividade

bioquímica ligada à proliferação do câncer quanto nas substâncias envolvidas na atividade do sistema nervoso central. Os cientistas presumiram que os campos de 60 Hz afetariam o DNA e o RNA, as duas supermoléculas que controlam a vida das células, porém não há ainda confirmação dessa teoria.

O que é possível é que a membrana que envolve as células seja afetada pelos campos de 60 Hz. Sabemos que a corrente elétrica de 60 Hz, embora a freqüência tenha sido escolhida nos Estados Unidos e em muitos outros países, com a finalidade de diminuir o efeito de eletrólise, ainda é capaz de dissociar líquidos. O que acontece é que, enquanto podemos isolar nossas células eficientemente da corrente elétrica, não estamos isolados de campos magnéticos.

O elevado valor das verbas destinadas às pesquisas neste campo é compreensível devido à importância econômica de qualquer risco que apareça. Mesmo sem falar de instalações industriais, cem milhões de residências norte-americanas apresentariam riscos. Como vilões mais perigosos em residências, estão sendo citados barbeador elétrico, secador de cabelo, vibrador elétrico, enceradeiras, aspiradores de pó, geladeiras, máquinas de lavar roupa, lava-louças, ventiladores, ar condicionado, reatores de lâmpadas fluorescentes, liquidificadores, batedeiras, furadeiras, e outros utensílios equipados com motores elétricos e transformadores. Qualquer solução para esses utensílios é caríssima, quer seja a conversão da entrada de casa de 60 para 400 Hz (como de costume nos aviões), envolvendo a aquisição de novos utensílios projetados para esta freqüência, quer seja instalação, junto ao aquecedor de água no telhado, de um compressor com tanque de ar pressurizado, tendo ao lado de cada tomada de luz uma tomada de ar comprimido para acionar os motores pneumáticos.

Posso terminar a advertência norte-americana sobre campos magnéticos de 60 Hz com uma frase significativa do cientista David O. Carpenter, diretor da Escola de Saúde Pública do Estado de Nova York, responsável pelo principal estudo sobre a matéria: "We do see the top of an iceberg, but we do not have an idea of its size", ou seja, "Nós estamos vendo a ponta de um *iceberg*, mas não temos idéia do tamanho dele".

O que nós, radioamadores, podemos fazer para reduzir os campos magnéticos de 60 Hz em que vivemos? Antes de tudo, deixar desligadas as fontes de alimentação e transformadores que não estejam em uso no momento. Num segundo passo, se se confirmarem as suspeitas levantadas, dar-se-á preferência a transceptores alimentados de 13,8 V, afastando as fontes de 13,8 V do *shack*, trazendo alimentação com fios grossos de vários metros de distância.

18.4 Os Riscos Elétricos na Estação de Radioamador

Mesmo hoje em dia, quando todos os transceptores são fabricados em estado sólido, os riscos de eletricidade não podem ser subestimados na estação de radioamador.

Antes de tudo, a esmagadora maioria dos amplificadores lineares, fabricados para as ondas decamétricas, é equipada com válvulas. Segundo, ainda estão em amplo uso os transceptores valvulados, especialmente os que utilizam válvulas no estágio final e no excitador do transmissor. Terceiro, mesmo fontes de baixa tensão, mas que são capazes de fornecer dezenas de ampères, podem representar perigo devido à corrente elevada. Finalmente, a própria rede de alimentação de energia elétrica, entre 100 e 240 V, pode causar acidente, pelo simples fato de não lhe prestarmos atenção por fazer parte de nossa vida diária.

Como regra básica, a estação deve ter uma chave geral, possivelmente do tipo faca, que desliga tudo, exceto o eventual relógio elétrico. Os membros da família do radioamador devem ser informados de sua localização para poder desligá-la em casos de emergência. O radioamador nunca deve trabalhar em equipamento ou em instalação quando estiver cansado. Em amplificadores lineares e em estágios de saída de transmissores valvulados, ao invés de trabalhar com voltímetro e com amperímetro ao vivo, é mais recomendável trabalhar com o ohmímetro, depois que o equipamento for desligado e seus capacitores de filtragem totalmente descarregados por meio de uma chave de fenda isolada.

Quando se trabalha com equipamento vivo, convém lembrar que a isolação das pontas e cabos de teste dos multímetros não foi dimensionada para resistir a tensões superiores a 1 500 V. Se a tensão for mais alta, devem ser utilizadas as pontas de prova de 25 kV, destinadas a medições em cinescópios, mesmo se a exatidão da medição for menor com o uso delas.

Quando se trabalha com eletricidade, convém ter outra pessoa presente para poder prestar socorro imediato em caso de emergência. Mesmo assim, é bom manter a segunda mão no bolso e, se a estação se localizar em lugar úmido, utilizar sapatos com sola de borracha.

Nos interruptores monofásicos da estação, é de boa prática assegurar que os interruptores monopolo interrompam sempre a fase e não o fio neutro.

Se for necessário efetuar ajustes em equipamento ligado, devem ser utilizadas ferramentas totalmente isoladas, com metal apenas na ponta.

Nunca deixar em uso, na estação, fios de eletricidade desencapados ou com isolação desgastada ou derretida por ferro de solda.

Devemos lembrar que, enquanto as radiações eletromagnéticas, os campos magnéticos de 60 Hz, o chumbo contido na solda e as fumaças resultantes da soldagem somente manifestam seu efeito em sintomas não-letais, uma descarga elétrica em que mais de 50 mA atravessam o corpo humano mata o radioamador em poucos minutos.

Deve-se traçar nítidas distinções entre choques elétricos causados por tensões contínuas ou da freqüência da rede e queimas causadas por contato com tensões de radiofreqüências. Estas últimas têm forte efeito calorífico local, sendo em casos simples restrita à superfície da pele, similar a queimaduras por chamas. Tendo a pele numerosos terminais de nervos sensíveis à temperatura, o radioamador sente imediatamente a dor da queima e se afasta do ponto de contato, contrariamente a queimas internas do corpo sob efeito de microondas, onde a falta de nervos térmicos deixa de acusar a presença de excesso de temperatura, sendo por isto muito mais perigosas.

18.5 A Solda e o Radioamador

Mesmo se o radioamador não construir seus próprios transceptores, é inevitável em sua atuação o uso de solda, na maior parte com fio de solda que contém 60% de estanho e 40% de chumbo.

Os riscos representados pela solda com relação à saúde do radioamador envolvem:

a. higiene insuficiente das mãos após o manuseio da solda;

b. inalação de vapores e fumaça da solda;

c. inalação de vapores e fumaça de materiais, fios e componentes aquecidos durante a operação de solda;

d. inalação de fumaça de líquidos utilizados na preparação da solda, ou contato com líquidos utilizados para sua limpeza posterior.

Falta de cuidado com o manuseio do fio de solda pode resultar em intoxicação por chumbo. Este pode manifestar-se em redução de vida dos glóbulos vermelhos (anemia), bem como em danos ao sistema nervoso central e periférico, aos rins, às glândulas, aos intestinos e ao sistema circulatório.

Vapores e fumaças podem induzir asma ou agravar o estado daqueles que já sofrem da doença. Às vezes leva muito tempo para a doença se manifestar e também muito tempo até seus sintomas desaparecerem.

Essas fumaças tóxicas podem provir também de PVC, de isolamento de poliuretano e até de *teflon*, quando sua temperatura é elevada devido ao contato com o ferro de solda. O indicador mais seguro dessas fumaças é o olfato. Quem sente o cheiro de uma fumaça, ao mesmo tempo certamente a inala.

Como pode o radioamador se defender contra os riscos da solda?

Depois de soldagem e antes das refeições subseqüentes, ele deve lavar suas mãos com água abundante; proporcionar a melhor ventilação possível aos locais onde ele efetua solda; e, finalmente, procurar ter o menor contato possível com o fio de solda e com a pasta de solda que eventualmente utiliza.

19. PROTEÇÃO ELÉTRICA DA ESTAÇÃO

19.1 Proteção contra Descargas de Raios e de Pulsos Eletromagnéticos

A proteção das estações de radiocomunicação é de grande importância não somente para seus titulares, mas até para as nações inteiras, pois a sua falta pode ter efeito devastador sobre as comunicações em grandes áreas.

Basta lembrar que, para inutilizar todas as estações de radiocomunicação não-protegidas do Brasil (e, de quebra, também partes de países vizinhos) por meio de pulsos eletromagnéticos produzidos pelo efeito Compton, é suficiente detonar um único artefato nuclear de 10 *megatons* a uma altitude de 300 km acima da Ilha do Bananal, ou para inutilizar as estações de comunicações não-protegidas de toda a Europa Ocidental (com exceção da Escandinávia), um outro com a mesma altitude e acima de Clermont Ferrand, na França. O risco mais provável e mais freqüente, porém, é a descarga de raio comum e seus efeitos secundários.

Cada vez que uma estação de radioamador, ou sua proximidade, for atingida por descarga elétrica, poderá resultar em danos ao equipamento, se não forem tomadas precauções adequedas. Esta resenha de cunho prático tem por objetivo transmitir ao radioamador, em forma de fácil assimilação, as informações básicas relativas à prevenção dos danos.

Para os radioamadores que se localizam em áreas de alto nível keráunico, isto é, onde a incidência anual de raios é elevada, a aplicação das medidas sugeridas poderá resultar em maior tranqüilidade, bem como na prevenção de danos geralmente muito custosos ao equipamento.

Uma estação de radioamador está exposta a danos, provocados por descargas atmosféricas, por três caminhos: pelos sistemas irradiantes, pela rede

de alimentação de energia elétrica e pela linha telefônica (no caso de acoplador híbrido). O dano pode ser causado por descarga direta (caso mais grave, porém muito raro) ou por pulso eletromagnético, devido à indução elétrica de descarga ocorrida nas proximidades (mais freqüente, causando, porém, danos menores).

Os transceptores equipados com válvulas são inerentemente menos suscetíveis a danos por raios do que os transceptores de estado sólido, devido à inércia térmica da válvula. Uma descarga secundária, que danifica um ou dois componentes em um transceptor a válvulas, pode inutilizar irremediavelmente a metade dos circuitos de um transceptor transistorizado.

Para fins de proteção contra os raios, devemos traçar uma distinção entre estações atendidas (fixas e portáteis) e estações não-atendidas (repetidoras, *transponders*, emissões-pilotos etc.).

19.1.1 Proteção de estações atendidas

As estações atendidas podem ter proteção relativamente simples contra raios; basta acostumar-se a ligar os cabos de antenas ao equipamento, as chaves de faca de alimentação de energia elétrica do *shack* e os fios do acoplador híbrido à linha telefônica, *somente quando o radioamador estiver operando a estação.* No caso de rede bifásica, deve-se garantir boa terra ao fio neutro, pois já vi casos em que a descarga entrou pelo fio neutro e procurou alcançar boa terra através do equipamento (ver também Item 19.3). Radioamadores mais cuidadosos até aterram as antenas quando estiverem fora de uso.

Obviamente o radioamador, quando opera, percebe a aproximação de tempestades, ou por audição direta, ou pelos ruídos característicos na recepção (quando usar fones de ouvido), havendo tempo suficiente para encerrar os comunicados e desligar os três caminhos de entrada dos transitórios.

Há, todavia, nas estações de radioamador equipadas com rotores telecomandados, mais um dispositivo vulnerável a descargas elétricas, e que não é facilmente desligável (no lado do comando, dentro do *shack*, ainda é possível intercalar uma tomada com plugue de oito pinos retirado de um soquete de válvula octal, mas no lado do rotor é impraticável). Recomenda-se instalar, em ambos os extremos do cabo múltiplo, entre cada condutor e a terra, um MOV ou SIOV (Metal-Oxide-Varistor), com tensão de trabalho pouco acima do valor pico da tensão existente no referido condutor.

Antenas com elemento ativo aterrado (excitadas com *gamma match*), utilizadas em 10, 15 e 20 m, oferecem certo grau de proteção em contraposição a outros tipos de antenas, das quais a descarga só encontra caminho para a terra através do equipamento (dipolos de 40 e 80 m). Também em VHF e UHF há

diferença entre a suscetibilidade de antenas em relação a descargas, como veremos no caso das estações não-atendidas (repetidoras). Aliás, vários meios de proteção utilizados obrigatoriamente em estações repetidoras podem ser usados facultativamente em estações atendidas, para maior comodidade do radioamador.

19.1.2 Proteção de estações não-atendidas (repetidora, *transponder*, emissão-piloto etc.)

a. Proteção da estação por parte do sistema irradiante

Vamos ver, em primeiro lugar, as descargas recebidas pelo sistema irradiante, pela antena, ou, no caso de antenas monopolos verticais, também pelo plano de terra.

Infelizmente, no caso de repetidoras, não há possibilidade de retirar o cabo de antena do equipamento quando uma tempestade se aproxima. Por esse motivo, a proteção deve ser embutida permanentemente na estação repetidora.

Como no caso de HF, também em VHF e UHF existem antenas que são, por suas próprias características, mais seguras do que outras e, portanto, mais recomendáveis. Estas antenas têm elemento(s) irradiante(s) aterrado(s) nas freqüências baixas. Podemos citar a antena Ringo, que é alimentada através de uma derivação ajustável do transformador de impedância circular cuja outra extremidade está aterrada. Podemos mencionar, também, as colineares verticais com elementos em J aterrados, alimentadas em paralelo. Nessas antenas, a descarga elétrica encontra caminho mais fácil à terra através da própria antena do que através do equipamento. Assim, embora a antena fique possivelmente danificada, o equipamento pode continuar intacto em muitos casos. Em outras palavras, não é uma garantia absoluta, mas reduz os riscos.

Para aumentar a segurança dos equipamentos, pode ser ligada, em paralelo com a linha de transmissão, uma câmara centelhadora de gás, de alta corrente de pico e de alta velocidade de ionização ou outro meio de proteção que se tornará condutor sob efeito da tensão elevada, agüentando dezenas de milhares de ampères durante alguns milissegundos. Para não ser ionizada pela potência de transmissão, deve-se ligar em série com a câmara de ionização um circuito ressonante de rejeição na freqüência de transmissão.

Os sistemas preventivos de descargas diretas são os dissipadores de ponta aguda (similares aos usados nas asas dos aviões). Eles contribuirão para a prevenção de queda de raio por dois meios:

- o fluxo contínuo de descarga tende a reduzir a carga da nuvem carregada;

- o gradiente de tensão entre a torre e a nuvem fica reduzido devido ao fluxo no espaço intermediário.

Depois do acidente radioativo ocorrido em Goiânia, não se fala mais de pára-raios radioativos, pois é fisicamente impossível seguir o destino de pára-raios desativados destinados a ferros-velhos mas que eventualmente se tornam brinquedos de crianças. Assim sendo, os sistemas preventivos de descargas diretas devem ser limitados aos dissipadores de ponta aguda, conhecidos como pára-raios Franklin.

Para preencher esta função, obviamente é necessária uma passagem à terra para os níveis baixos de corrente contínua. Se a antena não tiver ligação galvânica com a terra, é necessário usar um reator de descarga em paralelo com a antena. Obviamente, nenhum desses dois últimos dispositivos protege contra tensões induzidas na antena por descargas ocorridas nas proximidades.

b. Proteção da estação contra descargas recebidas através da alimentação de energia elétrica

Alta porcentagem das descargas que entram em estações repetidoras vem de raios que atingiram a rede aérea de distribuição de energia elétrica.

As repetidoras transistorizadas, que são alimentadas por baterias flutuantes conjugadas com carregador, são mais bem protegidas do que as que usam meramente fontes de alimentação, desde que um pólo da bateria esteja bem aterrado (ver Item 21.10). Todavia, mesmo para as repetidoras equipadas com carregador, com fonte, ou para as valvuladas alimentadas diretamente da rede, temos vários meios de proteção a escolher: fusíveis tipo cartucho e câmaras de alta velocidade de ionização (já mencionados acima) para os condutores não-aterrados da rede de alimentação; aterramento bom para o condutor neutro da rede de alimentação; transformador de separação de grande espaçamento (idêntico aos utilizados na iluminação das torres irradiantes) antes da fonte ou carregador, com um lado do enrolamento secundário bem aterrado. Estes transformadores, mais bem conhecidos como "de balizamento", estão sendo fabricados, via de regra, com potências de 400 e 600 W.

Infelizmente os disjuntores eletromagnéticos têm inércia grande demais para responder aos surtos rápidos, e nos fusíveis tipo rolha quando se interrompem, a distância entre os pontos de interrupção é tão pequena que a tensão os atravessa em forma de arco. Os cartuchos compridos já oferecem melhor proteção devido às distâncias dos contatos; por isso, somente eles são recomendados junto à câmara de ionização.

Há, porém, meios mais econômicos para o radioamador proteger sua

estação, tanto a não-atendida quanto o próprio *shack* principal, contra pulsos eletromagnéticos (EMP), que são de intensidade incomparavelmente menor, porém muito mais freqüentes do que a incidência direta de raios. Essa proteção é de grande importância, pois a estação fixa do radioamador, via de regra, é instalada em sua residência, que contém, além da estação, muitos dispositivos eletrônicos de estado sólido, como televisores, videocassetes, tocadiscos *laser*, equipamentos de som, videodiscos, secretária eletrônica, telefone sem fio, forno microondas com controle digital, *dimmers* de iluminação etc.; todos eles estão sujeitos a danos por pulsos eletromagnéticos de tensão, a não que as chaves faca de energia e o telefone da estação de radioamador fossem desligados. Assim é de toda conveniência proteger a residência inteira, e inserir entre cada fase da rede e uma boa terra ligada ao próprio neutro da rede, com a ligação mais curta possível, um varistor de óxido de metal MOV ou SIOV, dimensionado para a tensão existente, podendo ligar em paralelo com este um microcentelhador. Este microcentelhador pode ser feito em casa, colando com epóxi sobre uma placa isolante, um fio 20 a 24 que deve ser cortado com uma lâmina.

A escolha dos varistores depende da tensão da linha a ser protegida e da corrente para a qual o fusível foi dimensionado. Por exemplo, em rede bifásica de 2 x 115 V, fusíveis de 30 A, podemos colocar em cada fase dois varistores de 20 A 140 V, em paralelo. Mesmo as linhas de 12 V de fontes de alimentação podem ser protegidas com varistores de 10 A 14 V.

Além disso, com vistas ao uso do acoplador híbrido nas estações atendidas, podemos mencionar a inserção, na entrada da linha telefônica no *shack*, de um fusível duplo comprido, tipo ''telefone'', junto a duas das câmaras de ionização acima mencionadas, devidamente aterradas de um lado, junto ao microcentelhador descrito no parágrafo anterior. Esse dispositivo evita a necessidade de desconectar o acoplador híbrido quando estiver fora de uso. No lado oposto dos fusíveis compridos, isto é, no lado do cabo da rua, convém intercalar em cada fio um resistor de fio de 25 Ω 5 W, sobre os quais a proteção pode provocar a queda de tensão necessária.

Cada vez que se ouve sobre os danos causados, em residências de radioamadores e de não-radioamadores, por pulsos eletromagnéticos que penetram em equipamentos de estado sólido, o radioamador deve se lembrar do sossego proporcionado pela proteção preventiva.

19.1.3 Informações numéricas

Para encerrar o capítulo sobre raios e suas conseqüências, damos aos colegas radioamadores, eventualmente interessados, as curvas de inter-relações

estatisticamente levantadas (ver Figs. 19.1 até 19.6) e os valores aproximados dos parâmetros envolvidos:

a. níveis de energia, entre 2 e 200 C;

b. correntes de pico, entre 2 e 400 kA;

c. tempos de descarga, entre 1 e 100 ms;

d. tempos de frente de transitórios, desde menos de 1 até 10 μs;

e. tempos de recarga, acima de 40 s;

f. campos elétricos (gradientes de tensão) médios durante tempestade, 3 a 5 kV/cm (ver Figs.19.5 e 19.6);

g. tensão nuvem-terra no momento de descarga, 100 MV;

h. campo elétrico mínimo para iniciar descarga em ponta aguda, 10 kV/m.

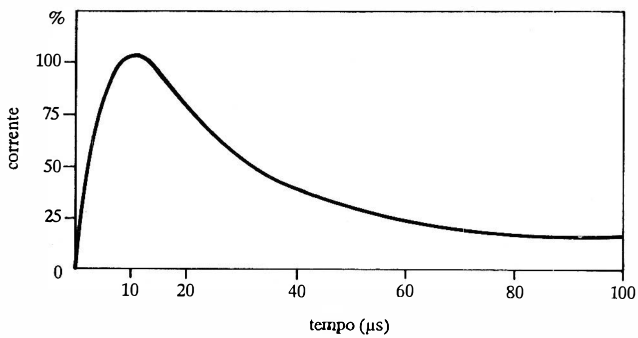


Fig. 19.1 Forma de corrente típica de uma descarga de raio, em função do tempo.

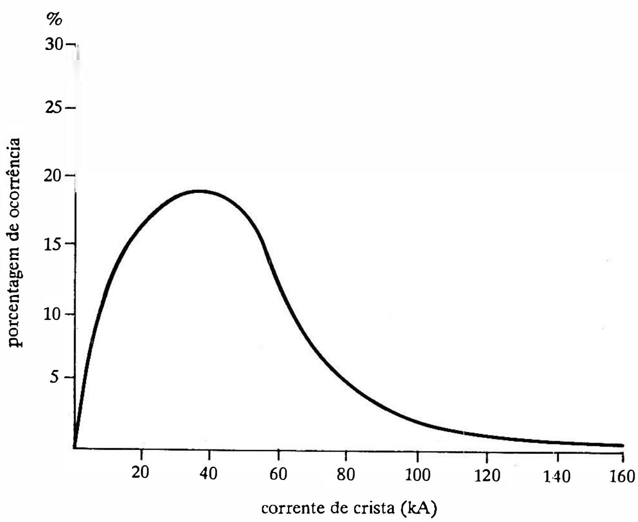


Fig. 19.2 Curva de probabilidade das correntes de picos de descarga (em kA).

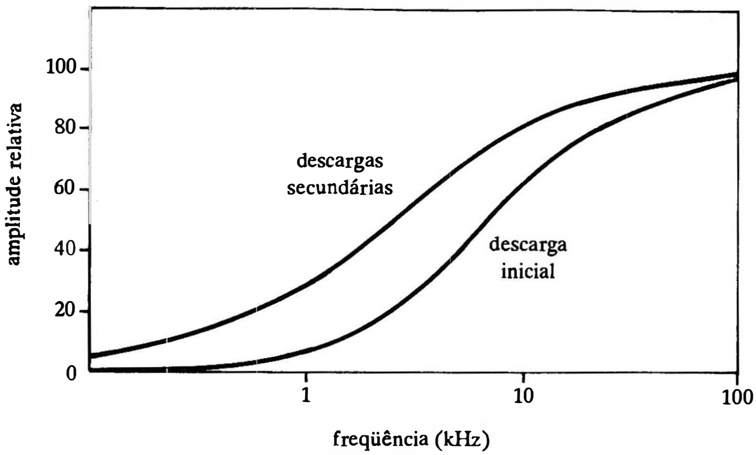


Fig. 19.3 Distribuição típica de descarga em função da freqüência.

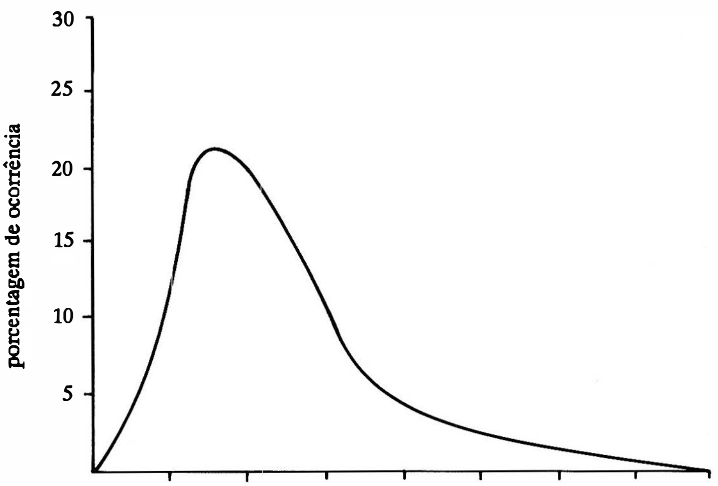


Fig. 19.4 Curva de probabilidade do tempo de surto de corrente de descarga.

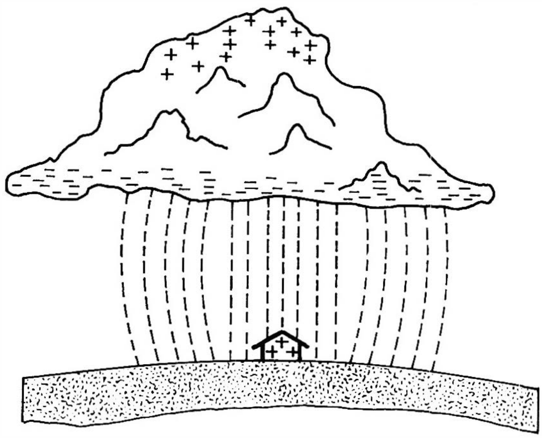


Fig. 19.5 Cargas de polaridade oposta são introduzidas na nuvem e na terra. O campo elétrico de ruptura é de 3 kV/cm para células de nuvem com carga negativa, e de 5 kV/cm com carga positiva.

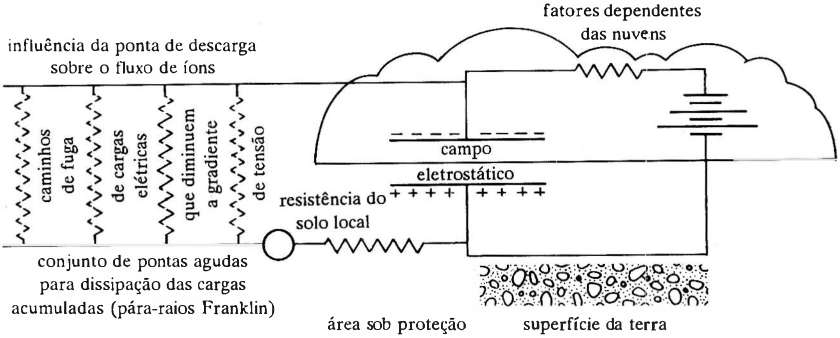


Fig. 19.6 O efeito dos pára-raios tipo Franklin sobre o equivalente elétrico da Fig. 19.5.

19.2 Proteção Econômica de Equipamentos contra Defeitos de Fontes de Alimentação

A grande maioria dos equipamentos de radioamador hoje em dia utilizados é de estado sólido, e, com a única exceção dos amplificadores lineares, todos os equipamentos industrialmente fabricados para uso no serviço de radioamador são transistorizados. Exceto os transceptores de ondas curtas e de multimodo VHF/UHF, que são destinados exclusivamente para utilização na estação base, com fonte de alimentação pela rede já embutida, todos esses equipamentos necessitam de fonte de alimentação externa, geralmente entre 12 e 16 V.

Muitas vezes, por motivos de economia, o radioamador adquire para sua estação base um transceptor portátil, mesmo se não pretende utilizá-lo para fins móveis e portáteis, pois a economia em relação aos transceptores destinados para uso base chega, no caso do FT-757GX, TS-440S e IC-735, a 40% e, no caso dos FT-747GX, TS140S e IC-725, a 60%. É natural que, com uma economia desta ordem, o radioamador deva aceitar certas desvantagens. Por exemplo, estágios de saída de RF alimentados com tensão de 12 V apresentam, inerentemente, pureza de emissão que deixa a desejar a estágios de saída alimentados com 28 V (TS-940S) ou com 50 V (TS-950SD). (Em contrapartida, os equipamentos fabricados para operar com tensões até 16 V têm inerentemente índice mais alto de confiabilidade do que os que operam com 28 ou com 50 V.)

Por que estão sendo fabricados os transceptores móveis e portáteis para tensão de alimentação entre 12 V e 16 V?

O motivo é a tensão das baterias padronizadas para uso em automóveis. Até 1953, os automóveis eram equipados com baterias de três células, totalizando 6 V, e os auto-rádios continham um vibrador para produzir a tensão anódica, enquanto os filamentos eram alimentados diretamente com a tensão contínua de 6 V da bateria. Com o advento dos auto-rádios transistorizados, toda a indústria automobilística do mundo adotou o padrão de baterias de acumuladores de seis elementos, com tensão nominal de 12 V.

Na realidade, conforme o estado de carga da bateria e a corrente de carga fornecida pelo alternador, a tensão da bateria varia entre 12 (com pouca carga e sem alimentação pelo alternador) e 15,5 V, completamente carregada e ainda com corrente recebida do alternador.

Os transceptores móveis e portáteis não foram projetados para agüentar tensões superiores a 16 V. Na transmissão, o estágio de saída pode sofrer por excesso de seu limite de dissipação, e, se os capacitores não forem dimensionados com bastante folga, estes podem entrar em curto-circuito. O maior problema se encontra, porém, nos modernos transceptores informatizados, que contêm reguladores de tensão de +5 e de +7,5 V para alimentar o sistema lógico. Esses reguladores não estão sendo dimensionados para agüentar, por muito tempo, tensões de entrada superiores a 16 V, e sua queima compromete todo o circuito lógico.

Por incrível que pareça, parte considerável das fontes de alimentação reguladas, produzidas em forma semi-artesanal, com tensão nominal de 12 V, não tem proteção alguma contra o excesso de tensão de saída. Elas têm proteção contra o excesso de corrente, como fusível no circuito de entrada, e fusível ou proteção *fold-back*, na saída, mas, via de regra, não têm proteção contra o

excesso de tensão de saída, o que é muito mais perigoso para o transceptor do que um excesso de corrente contra o qual ele já tem proteção embutida.

De onde pode originar-se um excesso de tensão de saída?

É muito simples. Basta haver um curto-circuito em qualquer um dos transistores de passagem do regulador da fonte, ou no comando desses transistores de passagem, que o transceptor alimentado recebe diretamente a tensão da fonte antes da regulagem, isto é, entre 20 e 30 V. É o suficiente para danificar o transceptor. Para evitar esse risco, alguns fabricantes japoneses sobredimensionaram seus transistores de passagem quatro vezes em corrente e quatro vezes em tensão: onde a corrente é de 7,5 A por transistor e a tensão é de 25 V, eles utilizam transistores dimensionados para 30 A e 100 V. Com esse fator de segurança, o risco de uma falha dos transistores é reduzidíssimo. Mesmo assim, para evitar qualquer sobrecarga nesses transistores, que possa fazê-los entrar em curto-circuito, são aplicados sobre eles diodos sensores de temperatura que reduzem, por meio do circuito de comando do estabilizador de tensão, a corrente dos transistores de passagem quando a temperatura destes excede o limite estabelecido. Acontece que as fontes que estão sendo produzidas em escala semi-artesanal nem sempre aplicam esse fator de segurança, e muito menos os dispositivos adicionais de proteção, principalmente devido à forte concorrência que os obriga a reduzir os custos. Tendo uma fonte desses tipos, o radioamador deve tratar de proteger o seu equipamento.

Logicamente a proteção deve constar de uma ligação curto-circuito no caso de excesso de tensão, capaz de fazer queimar o fusível de saída, ou acionar o circuito *fold-back*, que cortará a corrente de saída para zero. Entretanto, para representar um condutor confiável, para colocar em curto-circuito uma fonte capaz de fornecer 25 A, é necessário um SCR capaz de agüentar um pico de corrente de 200 A. Esses SCR são destinados originalmente para uso industrial e são muito caros.

O que faz o radioamador que tem que proteger uma fonte de 25 A e não pode gastar em um SCR de 200 A?

É muito simples. Ele combina um SCR comum e barato, de 6 ou de 10 A, com um velho relé de arranque ou relé de buzina, que se encarregam de por em curto-circuito a saída da fonte, agüentando instantaneamente a corrente até 200 A. O tempo de retardo do relé eletromecânico, que pode ser de até alguns milissegundos, não tem importância, pois os reguladores de +5 e +7,5 V têm inércia térmica muito maior do que o necessário, e os capacitores do equipamento podem ser protegidos colocando-se na saída da fonte capacitores eletrolíticos de até 100 000 μF (descartados de computadores velhos), que seguram

a tensão até que a proteção desarme a fonte. O circuito de proteção é simples (ver Fig. 19.7).

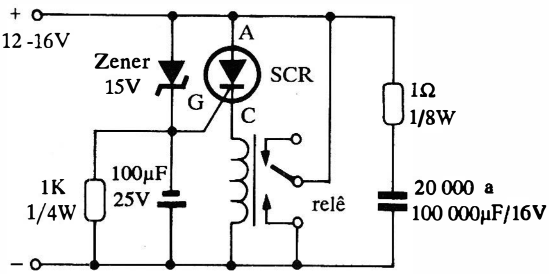


Fig. 19.7 Proteção de equipamento de estado sólido contra excesso de tensão da fonte de alimentação.

SCR: qualquer tipo de, no mínimo, 6 A;
Relé: qualquer relé de arranque ou de buzina.

Para as tensões diferentes, basta escolher um diodo Zener de tensão correspondente. Com o Zener de 15 V, o dispositivo provoca curto-circuito assim que a tensão chega a 15,5 V. Não é necessário modificar a fonte de alimentação para aplicar essa proteção. Basta ligar seus dois pontos de contato em paralelo com a saída da fonte, junto ao transceptor e, eventualmente, junto a um capacitor adicional entre 20 000 e 100 000 µF, com tensão de trabalho de, no mínimo, 16 V. Em série com o capacitor convém ligar um resistor de 1 Ω 1/8 W para servir como fusível, evitando que a corrente elevada de descarga pelo curto-circuito possa danificar o capacitor eletrolítico de elevada capacitância. Assim o eletrolítico segura a tensão durante os milésimos de segundo, enquanto a lâmina do relé se movimenta e se desliga automaticamente no instante que ele efetuou o contato do curto-circuito.

19.3 Aterramento do Fio Neutro da Rede Elétrica

Em vários países é costumeiro fornecer a energia elétrica, inclusive a consumidores domiciliares, em forma de rede bifásica, isto é, em duas fases deslocadas entre si em 180° com relação ao terceiro fio, chamado neutro.

Por exemplo, na maior cidade brasileira há muitas residências servidas por rede secundária de 2 x 115 V, podendo utilizar as duas fases, com tensão nominal de 230 V, para chuveiros, aquecedores, ar condicionado, fornos elétricos e outros utensílios de elevado consumo (a fim de reduzir a corrente

que circula nos condutores), e, ao mesmo tempo, utilizar para iluminação lâmpadas de 115 V (as quais, devido à corrente mais elevada para a mesma potência, apresentam eficiência maior do que as lâmpadas de 230 V). Na estação do radioamador, via de regra, o amplificador linear é alimentado com 230 V e o resto, com 115 V.

Tudo isso vai bem enquanto o fio neutro está intacto e garantido. Essa garantia inclui não deixar o eletricista colocar fusível na linha de neutro da entrada da casa, mas um tubo de cobre ou latão em seu lugar, ou, ainda mais garantido, interligar os dois parafusos do soquete do fusível central com um fio grosso. Mesmo com toda essa precaução pode acontecer acidente. Na frente da casa de um radioamador amigo, passou um caminhão alto e arrebentou um dos três fios que abastecem a casa com eletricidade. Se o fio arrebentado houvesse sido uma das duas fases, não teria causado maior prejuízo, a não ser que a metade da casa alimentada por aquela fase, bem como todos os utensílios alimentados com 230 V, houvessem sido desativados até o restabelecimento da ligação. Aconteceu, por azar, que o fio arrebentado era o neutro, e, assim, provocou um pequeno desastre. Por falta de neutro de referência, a tensão de 230 V, entre as duas metades alimentadas da casa com as duas fases, dividiu-se em proporção inversa ao consumo das respectivas fases no momento. Assim, se uma das fases tinha, no momento, consumo quatro vezes maior do que a outra (geladeira, congelador etc.), aquela fase teria recebido 1/5 x 230 V, ou seja, 46 V, e os utensílios ligados à outra fase, 4/5 x 230 V, ou seja, 184 V. É óbvio que muitos utensílios ligados a esta última fase foram danificados, causando grande prejuízo.

Como evitar esses acontecimentos?

Contrariamente ao que outros argumentam, o radioamador deve fazer questão de aterrar o fio neutro da rede, assim que este entrar em sua casa, com fio grosso. O aterramento é bem mais simples do que o aterramento da estação (ver Item 21.10), uma vez que o condutor não levará radiofreqüência, mas apenas 60 ou 50 Hz, com comprimentos de onda de milhares de quilômetros em relação ao qual o comprimento do condutor é insignificante. Mas também não pode usar terra artificial (ver Item 5.13), pelo mesmo motivo. Não importa o comprimento do fio que leva o neutro à terra, o importante é que a terra seja de baixa resistência.

Agora o leitor irá perguntar como se sabe se uma terra é boa. É muito simples: pegue uma lâmpada de 115 V 100 W e ligue-a entre uma fase e a terra a ser testada. Se a terra for boa, a lâmpada iluminará como se, em lugar da terra, houvesse sido ligada ao fio neutro que entra na casa. Conseguindo uma terra que apresente a mesma luminosidade da lâmpada, e ligando esta ao fio neutro,

a casa funcionará quase da mesma forma, e sem perigo, com ou sem o fio neutro da rua.

Para o radioamador que mora em prédio de apartamentos, especialmente em andares superiores, e não lhe é permitido conduzir fios fora da edificação, a situação é mais complicada. Quando o edifício é consumidor primário (com transformador de alta tensão próprio), não há risco, pois o aterramento do centro do secundário é do próprio prédio, e o radioamador tem condições de verificá-lo. Quando, porém, como na maioria dos casos, o prédio é consumidor secundário e recebe a energia elétrica por linha aérea, o risco existe para todos os moradores, inclusive os danos eventuais de um apartamento dependerão de distribuição de consumo entre fases nos demais apartamentos. Cabe, neste caso, ao condomínio providenciar uma terra boa (de baixa resistência) para proteger os aparelhos dos moradores.

19.4 Proteção de Equipamento contra Inversão de Polaridade

Hoje em dia, a maioria dos equipamentos destinados para o uso no serviço de radioamador está sendo projetada e fabricada para alimentação de corrente contínua, via de regra, de 13,8 V. Eles podem agüentar variações de tensão para baixo, podem até agüentar variação para cima de até 16 V (ver Item 19.2), mas não agüentam ligação à bateria ou à fonte com polaridade invertida, a não ser que contenham a correspondente proteção.

No caso de o radioamador atar e remover a alimentação de seu equipamento da bateria ou da fonte centenas de vezes, poderá, devido ao cansaço, à distração ou à falta de atenção, fazer a ligação com polaridade invertida. Uma única vez é suficiente para causar grandes danos ao equipamento. Com vistas a esse risco, hoje em dia numerosos equipamentos já saem da fábrica com proteção contra a inversão de polaridade; porém, existem também muitos que não contêm essa proteção. Estes últimos costumam avisar em seus manuais o risco que o usuário corre se não observar a polaridade da ligação, mas o fato de inexistir advertência no manual não assegura que o equipamento possua proteção embutida.

Se o radioamador nao puder se assegurar pelo esquema do equipamento que este é protegido contra alimentação de polaridade inversa, ele mesmo deve providenciar essa proteção. Se, por acaso, o próprio equipamento a tiver, o resultado será simplesmente uma proteção dupla, sem maiores problemas.

Que tipos de proteção o radioamador pode aplicar?

Podemos distinguir três casos: equipamentos com consumo baixo (di-

gamos de até 0,5 A), de consumo médio (de até 2 ou 3 A) e de consumo elevado (acima desses limites).

19.4.1 Equipamento de consumo baixo

A solução ideal para equipamento de consumo baixo (de até 0,5 A ou, no máximo, de até 1 A) é a ponte retificadora, que permite ligá-lo à bateria ou à fonte de alimentação com qualquer polaridade, e ele sempre funcionará (ver Fig. 19.8).

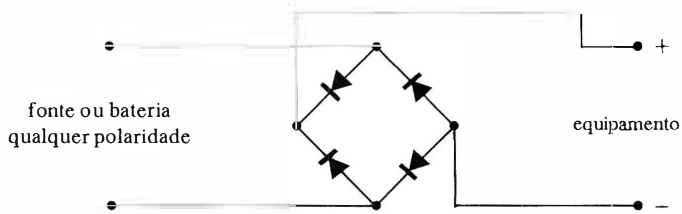


Fig. 19.8 Proteção que permite a utilização de equipamentos de baixo consumo com qualquer polaridade.

A desvantagem dessa solução é que a diminuição de tensão equivalerá à queda correspondente a dois diodos, isto é, no caso de diodos de germânio, poderá chegar a 0,6 V, e, no caso de diodos de silício, até 1,5 V. Se essa queda de tensão for considerada elevada demais, partir-se-á para a solução seguinte, que, embora não possibilite a operação com qualquer polaridade, oferece a mesma proteção e resulta na metade da queda de tensão.

19.4.2 Equipamento de consumo médio

Com consumo de até 2 ou 3 A, a solução ideal é a ligação em série de um diodo retificador suficientemente dimensionado para a corrente que ele dever agüentar por horas a fio, possivelmente equipado com dissipador de calor para manter seu nível de equilíbrio de temperatura possivelmente baixo (ver Fig. 19.9).

A queda máxima de tensão fica ao redor de 0,3 V no caso de retificadores de germânio, e de 0,7 a 0,8 V no caso de retificadores de silício. Se o equipamento for ligado à bateria ou à fonte com polaridade invertida, simplesmente não funcionará, lembrando ao radioamador que ele deve ligá-lo com polaridade oposta, sem qualquer dano ao equipamento (ver Fig. 19.10).

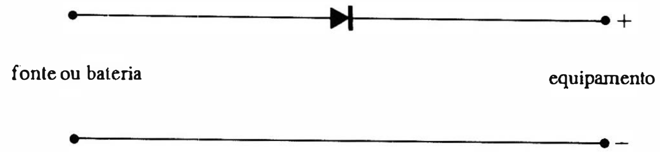


Fig. 19.9 Proteção que impede a ligação de equipamentos de consumo médio com polaridade invertida.

19.4.3 Equipamento de consumo elevado

Este é o caso dos transceptores de HF e também de muitos transceptores de VHF e UHF que hoje em dia estão sendo produzidos para potência de saída de 25 W ou maior. No caso desses equipamentos, mesmo a queda de tensão sobre um único diodo seria excessivo. A solução é ligar um diodo de silício em paralelo com a entrada de alimentação, porém com polaridade inversa, que faz queimar o fusível ao ser ligado à bateria ou à fonte com polaridade errada antes que a tensão sobre o equipamento possa ultrapassar o 0,8 V com o qual o diodo conduz corrente suficiente para fazer queimar o fusível (ver Fig. 19.10).

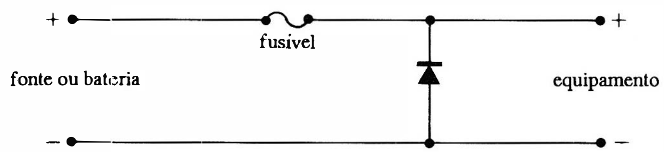


Fig. 19.10 Proteção que faz queimar o fusível de equipamentos de consumo elevado quando ligados com polaridade invertida.

O diodo deve ser dimensionado para agüentar corrente superior à corrente nominal do fusível que ele tem por função fazer queimar. Não há necessidade de dissipador, uma vez que o diodo somente conduzirá durante uma fração de segundo (até fazer queimar o fusível), não dando tempo para qualquer aquecimento significativo. A desvantagem dessa solução é que, depois de cada ligação com polaridade invertida, é necessário trocar o fusível, o que, todavia, fica muito mais barato do que o conserto dos extensos danos que a ligação com polaridade invertida acarreta, além de possibilitar a continuação imediata da operação (muito importante em DXpedições e operação de emergência).

É natural que o radioamador, cujo equipamento possua essa proteção, mantenha sempre, junto ao equipamento, um número suficiente de fusíveis de reserva, do mesmo tipo do original, para evitar improvisações. Ver Apêndice 3.

Nos equipamentos supridos por alimentação dupla de corrente contínua, podem ser aplicadas proteções diferentes em cada ramal. Por exemplo, nos transceptores Atlas 210 e 210X, cuja fonte de alimentação fornece 16 A não-regulados em 15 V e 2 A regulados em 13 V, pode-se utilizar diodo paralelo com fusível para proteger a primeira entrada, e o diodo em série para proteger a segunda. Visto que, ao ligar o transceptor, esse fica, via de regra, na posição de recepção, perceber-se a polaridade invertida sem envolver a queima do fusível. Ninguém vai transmitir enquanto não ouvir seu transceptor funcionar na recepção.

A proteção contra a inversão de polaridade de alimentação é barata e pode prevenir danos substanciais. É difícil compreender por que não foi adotada como padrão em todos os equipamentos expostos a este risco.

19.5 Proteção de Estágio de Entrada de Receptores

O estágio de entrada de receptores pode ser danificado não somente por pulsos eletromagnéticos provenientes da antena, mas também por erros do operador da estação (ao transmitir acidentalmente no cabo de entrada do receptor ao invés de no cabo da antena), ou até por fuga em um gerador de sinais com a rede elétrica de alimentação. Felizmente existe uma proteção infalível, simples e barata: a aplicação de diodos de silício.

Embora os fabricantes de receptores somente tenham incorporado os diodos de proteção em seus modelos mais recentes, a idéia de utilizar diodos de silício para proteção não é nova. Desde que os multímetros analógicos incorporam os dois diodos em ligação antiparalela junto ao seu instrumento de bobina móvel, é dificílimo encontrar um multímetro analógico com bobina móvel queimada, a não ser em modelos antigos, cujo proprietário esqueceu de incorporar neles esse indispensável meio de proteção.

O princípio de funcionamento de proteção dos dois diodos em ligação antiparalela é muito simples. Até 0,5 V de tensão, que ainda não pode causar dano aos receptores, mas é mais do que o suficiente para as tensões que o receptor pode digerir, os diodos de silício se comportam como isoladores perfeitos. A partir de 0,7 a 0,8 V, eles começam a conduzir, comportando-se como condutores, cada um deles em seu sentido próprio de condução, fechando o circuito de entrada do receptor para a terra.

Para completar a proteção dos diodos, pode-se incorporar no circuito um resistor de 1 Ω 1/8W, como se fosse um fusível de 0,5 A que os diodos de 1 A fazem queimar antes que a tensão do receptor chegue a acima de 0,8 V. A perda representada pelo resistor de 1 Ω é insignificante na recepção.

Para proteger mesmo esse "fusível" contra a eventual aplicação de tensão de rede ou de tensão contínua, pode ser ligado um capacitor de RF em série com a entrada (ver Fig. 19.11).

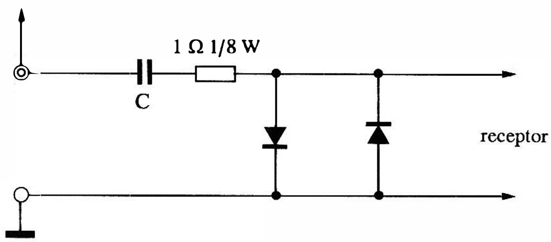


Fig. 19.11 Proteção de estágio de entrada de receptor.

Os diodos de silício podem ser de qualquer tensão, desde que agüentem 1 A de corrente. O valor do capacitor depende de freqüência mais baixa alcançada pelo receptor; uma capacitância de 10 kpF serve desde ondas médias.

No caso de transceptores, a proteção acima não pode ser aplicada na entrada de antena, devido aos períodos de transmissão, mas pode ser incorporada depois do relé T/R, na entrada do circuito de recepção.

19.6 Proteção de Amplificadores Lineares contra Descarga Acidental de seus Capacitores Carregados

Quando os amplificadores lineares sofrerem uma descarga interna quer nas válvulas (por motivo de ionização, devido ao desprendimento de gases de eletrodos de metal, especialmente depois de falta de uso) ou fora delas (por motivo de umidade e/ou poeira depositada sobre material isolante), graves prejuízos podem resultar às válvulas e/ou ao amplificador.

Basta lembrar que a energia armazenada em um capacitor de 8 μF com tensão de 3 000 V é nada menos que 36 J que, descarregada em pequena fração de um segundo, representa uma potência enorme.

Mesmo na ausência das condições acima, descargas podem ocorrer por falta de carga, ou por falta de casamento com a carga, durante a sintonia do amplificador linear. É de boa prática verificar o acoplamento do amplificador

linear com a carga na posição *bypass*, com potência baixa, antes de ligar para amplificação com potência maior.

Para prevenir prejuízos com descargas acidentais, o radioamador William I. Orr, W6SAI, que, além de autor de centenas de artigos e de vários livros sobre antenas, também é vice-presidente da empresa de válvulas transmissoras Varian/EIMAC, recomenda inserir, logo após o último capacitor de filtragem e antes do reator de RF e do capacitor de bloqueio de RF, um resistor de 25 Ω 50 W, de fio, para dissipar grande parte da energia e limitar a corrente.

A queda de tensão sobre o resistor é insignificante; fica na ordem de 1% da tensão total do amplificador.

20. RADIOAMADORISMO NOS EXTREMOS DO PLANETA

20.1 Transpolar Skitrek 1988: A Maior DXpedição na História do Radioamadorismo

Os preparativos legais para a travessia da calota polar por esquiadores russos e canadenses iniciaram-se em 1987. Com validade temporária a partir de 1º de novembro de 1987, o Canadá e a ex-União Soviética assinaram contratos de reciprocidade de licenciamento e de autorização de mensagens de terceiros, para que os radioamadores canadenses Richard, VE8RW/VO1SA (líder do grupo canadense da expedição) Laurie, VE8LD, Barry, VE3CDX, e Rick, VO1SA, pudessem operar em território russo e para que Dimitri, UA3AJH, líder do grupo russo da expedição, pudesse operar em território canadense. Foram os primeiros acordos no gênero entre os dois países e os únicos celebrados pela ex-União Soviética.

A base de comunicações russa na ilha Sredny, indicativo EK0QCG, foi tripulada pelo radioamador canadense Richard Burke, VO1SA, e a ilha de gelo flutuante, conhecida sob o código North Pole 28 (que era o ponto central de comunicação da expedição), com indicativo de chamada 4K0DCG, foi tripulada por Barry Garratt, VE3CDX/VE8CDX. A estação de apoio do lado canadense, com indicativo CI8C, situada na ilha Cornwallis, na baía Resolute, foi tripulada sucessivamente por Bill Hardie, VE3EFX, Andy Mclellan, VE1ASJ, Don Whitty, VO1QF, e Glen Wyant, VE3ICR.

Participaram dos contatos também as estações russas UA3HR, UK3KP e RK3KP, e as canadenses VE3AUM em Ottawa e VE3CDM em Toronto.

A equipe de esquiadores que efetuou a travessia tinha treze participantes, nove soviéticos e quatro canadenses. A equipe soviética foi liderada pelo

Dr. Dimitri Shparo, UA3AJH, e incluiu o médico Dr. Mikhail G. Malakhov e o físico Dr. Yuri J. Khmelevsky, e a canadense foi liderada por Richard Weber, VE8RW, e incluiu além de Laurie Dexter, VE8LD, também o médico Dr. Maxwell Buxton e o esquiador experimentado Christopher Holloway.

A comunicação entre os esquiadores e as estações de apoio se efetuou nas bandas de 80, 40 e 20 m, especialmente em 80 m. Os esquiadores transmitiram somente com 10 W de potência, devido à carga limitada de suas baterias de lítio descartáveis, cujo suprimento foi efetuado por meio de seis abastecimentos aéreos juntamente com os alimentos e outros materiais, em períodos aproximadamente quinzenais.

Os radioamadores, que desejavam ter informações atualizadas da situação dos esquiadores, chamaram Bob James, VE8DX, que mora no Pond Inlet, nas costas setentrionais da ilha Baffin, poucas centenas de quilômetros a leste da baía Resolute, na freqüência de 14 181 kHz, ao redor de 16:00h UTC.

O indicativo utilizado pelos esquiadores no território sob jurisdição soviética era UK0CI e em territórios sob jurisdição canadense CI0UA.

A posição dos esquiadores foi determinada pelo satélite SARSAT/COSPAS e retransmitida com voz sintetizada pelo satélite amador OSCAR-11 (UoSAT-2), na freqüência de 145 825 kHz-FM. O sinal do satélite era tão forte que os esquiadores, mesmo com um HT equipado só com antena própria puderam copiá-lo.

O formato da reportagem do OSCAR-11 foi o seguinte:

Number ____ Priority _____ Date ________
Hour ______ Minutes ______ GMT
You are at _______ degrees N and ________
degrees E 73 _________

A expedição dos esquiadores partiu do cabo Arktichesky, na ilha Severnaya Zemlya, aos 81°15'N 95°40'E, no dia 3 de março de 1988, às 07:31 h UTC (13:31 h local), equipados apenas com esquis, rádios e mochilas (ver o percurso na Fig. 20.1).

A rotina deles consistia em cinqüenta minutos de marcha com dez minutos de descanso durante oito a dez horas por dia. Terminada a marcha diária, eles levantavam uma única barraca grande, jantavam, ouviam um pouco de ondas curtas e iam dormir. De manhã, depois de uma rápida refeição e da desmontagem da barraca, eles ligavam o transmissor Emergency Locator Transmitter (ELT) durante a passagem do satélite SARSAT/COSPAS.

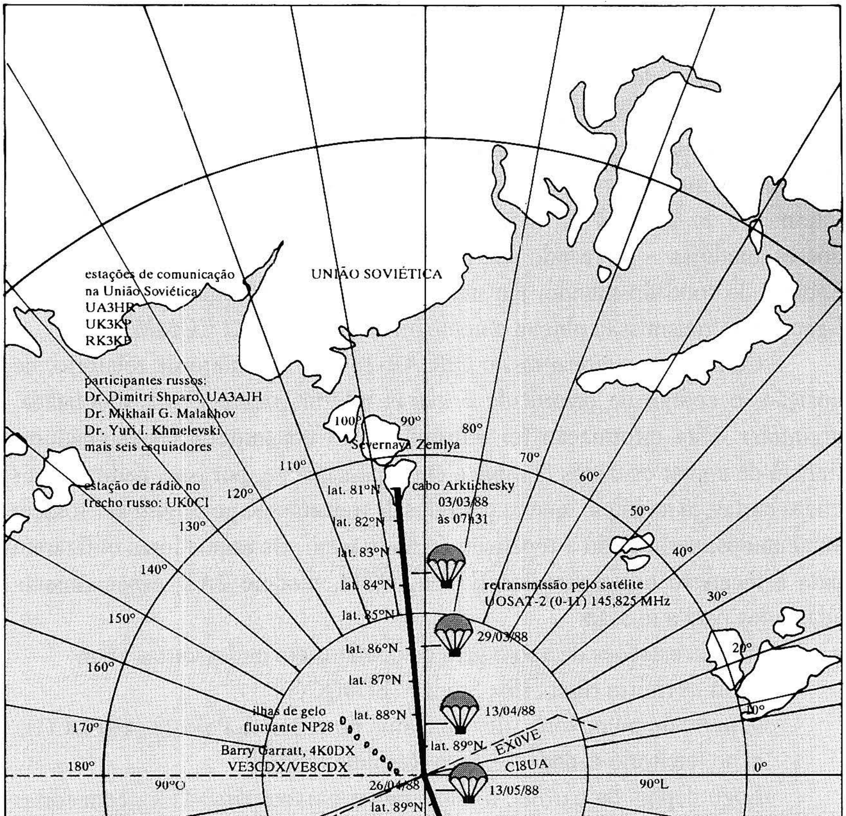


Fig. 20.1 O percurso do transpolar Skitrek de 1988.

Por meio desse satélite, o centro de controle russo de COSPAS determinava a latitude e a longitude dos esquiadores e telegrafava os resultados à Universidade de Surrey, idealizadora e operadora do satélite amador O-11 (UoSAT-2), que programou o *digitalker* do satélite correspondentemente. Por intermédio do OSCAR-11, todos nós pudemos ouvir todos os dias a posição dos esquiadores - marcando sua posição no mapa da National Geographic Society do topo do mundo, em uma escala de 10.000.000:1. O sistema de ligação e retransmissão obteve o nome híbrido NORDSKI COMM.

Como já mencionamos, o OSCAR-11 deu o número de relatório, de posição, o código de prioridade e outras informações por voz sintetizada, *digitalker*. Esta informação foi transmitida em um minuto. Os esquiadores tinham de copiar os dados durante a curta passagem e, por isso, pediram, por ondas curtas, já no início, que os períodos de transmissão por *digitalker* fossem aumentados, permitindo a repetição de mensagem. Os esquiadores utilizaram para a recepção os minúsculos HT da ICOM, modelo 2AT, especialmente adaptados para a missão.

As três estações de apoio para os contatos em ondas curtas eram:

a. no território russo, ilha Sredny (ED0QCG);

b. perto do pólo Norte, ilha flutuante russa North Pole 28 (4K0DCG);

c. no território canadense, baía Resolute (CI8C).

Logo depois da partida, a temperatura baixou para -45°C, com fortes ventos. No dia da partida, eles completaram um percurso de 15,2 km e, no segundo dia, 27 km.

No dia 8 os esquiadores quebraram dois esquis, e pediram reposição no primeiro abastecimento por pára-quedas. Um dos esquiadores russos ensinou aos canadenses como construir uma cabana de esquimó *igloo*, e dois canadenses, Richard Weber e Christopher Holloway, já dormiram nela na mesma noite. A temperatura continuou ao redor de -45° C.

A determinação da posição pelos esquiadores através de navegação celeste pode ser considerada bastante exata, pois no dia 10 de março, a diferença entre suas medições e a do SARSAT era de apenas 1,8 minuto (3,3 km) na latitude e 2,5 minutos (0,6 km) na longitude. Imaginem os leitores, essa exatidão foi obtida com mãos geladas, enluvadas, na temperatura de -45° C. Essa temperatura não é para brincar. O congelamento já era visível no rosto de todos os esquiadores. Os dedos já estavam permanentemente insensíveis e doíam mesmo quando quentes. Um grande problema é a umidade da barraca e das roupas e botas, já que não há como secá-las, pois elas congelam instantaneamente. Três pares de esquis russos quebraram e os canadenses lhes emprestaram seus esquis.

Segunda feira, no dia 28 de março, os esquiadores enfrentaram um problema grave. Eles encontraram o mar aberto diante deles e tiveram de virar para o leste tentando contorná-lo. Mas o gelo se abriu também aonde chegaram e tiveram de continuar desviando para leste até concluírem que a melhor solução seria voltar ao ponto de partida e esperar que a fenda de água se fechasse durante a noite. No dia 29 de março, chegou o segundo abastecimento, por meio de dez pára-quedas, e eles ficaram acampados por vários dias para pesquisas e experiências científicas. As pesquisas científicas do grupo incluíram observações geomagnéticas, glaciais e meteorológicas, bem como experiências de fisiologia e bioquímica para determinar os limites da resistência humana e do isolamento social.

No dia 1º de abril os esquiadores retomaram a caminhada, mas o deslocamento do gelo pela corrente transpolar os levou mais para oeste. No dia 8 de abril, eles chegaram a 87° latitude norte, o que significa apenas 330 km até o pólo. Cinco dias mais tarde, no dia 13 de abril, quando faltavam apenas 200 km para chegar ao pólo, chegou a terceira remessa de alimentos, baterias e outros itens. Era o último abastecimento feito pelos russos.

Para se protegerem do frio, os esquiadores vestiam três pares de meias, uma sintética, uma de lã e outra sintética. Usavam roupa interna térmica, e sobre ela, roupa para neve isolada com fibras. Mais, capas cobrindo também a cabeça, botas especiais, máscaras, óculos e luvas. Mesmo assim, seus rostos apresentaram queimaduras devido ao frio.

Enquanto a posição dos esquiadores se deslocou para oeste, também a ilha flutuante russa North Pole 28 se deslocou constantemente. No dia 12 de abril, sua posição era de 89°7' latitude norte e 180° longitude leste.

A esta altura, os esquiadores escutavam o OSCAR-11 tanto durante sua passagem de manhã quanto durante sua passagem à noite. Mas um problema surgiu em outro ponto. Na quinta feira, 21 de abril, o gelo abriu a ilha flutuante russa North Pole 28 apenas a 2 m do *shack* da estação operada pelo canadense Barry Garrett, 4K0DX, levando as antenas de 40 e 80 m, cujos cabos coaxiais tiveram de ser cortados ao meio. No fim, ele conseguiu recuperar a antena de 40 m, mas a de 80 m teve de ser substituída imediatamente por uma nova. As comunicações com os esquiadores nada sofreram apesar desse acidente, e felizmente a pista para aviões estava em outra parte da ilha flutuante.

Os esquiadores chegaram ao pólo Norte no dia 26 de abril, depois de uma caminhada de 1 000 km em 54 dias. Lá, foram cumprimentados por radioamadores e jornalistas do mundo inteiro. Basta dizer que o evento foi transmitido por três redes de televisão: a TV russa, a TV canadense CBC e a

Cable News Network (CNN), que pode ser captada através de antena parabólica, no mundo inteiro, inclusive no Brasil.

Como chegou ao pólo Norte a maioria dos presentes, que não dispunham de condução por helicóptero direto?

Não foi simples. Pegaram um avião comercial até Moscou. De lá, seis horas e meia em avião de carga Antonov AN-74 até a ilha Sredny, onde se localizava a estação EK0QCG, tripulada pelo canadense Rick Burke, VO1SA. Na ilha entraram mais trinta passageiros com seus equipamentos, e o avião desceu na ilha flutuante North Pole 28, a qual deixaram em helicóptero, para chegar ao pólo Norte às 23:00 UTC, no dia 26 de abril.

Os organizadores marcaram o pólo Norte com um pilar de gelo e com uma chama no topo, com um anel ao redor dele. Estenderam uma faixa "Bem-vindos ao pólo Norte". Estavam presentes os ministros das Minas e Energia do Canadá e da União Soviética, que ficaram quatro horas no pólo, das quais uma hora ouvindo discursos. No total havia aproximadamente 150 pessoas, uma multidão antes jamais vista no pólo Norte. Havia bandeiras, balões, champanha, correio e *shack* de radioamador, e até uma miniatura dos restaurantes McDonalds, que era um dos patrocinadores canadenses. Outro grande patrocinador era a ICOM Canadá, uma divisão da ICOM America Inc.

Para tornar a estada nas barracas mais confortável, os russos até trouxeram e instalaram aquecedores em algumas delas.

O inglês Michael Meerman, G0/PA3BHF, levou da ilha flutuante North Pole 28 para o pólo, no helicóptero, o transceptor ICOM IC-761 de Barry Garrett, VE3CDX/VE8CDX, juntamente com um gerador, e, utilizando os dois indicativos da estação, EX0VE (russo) e CI8UA (canadense), fez aproximadamente cinqüenta contatos do pólo Norte, em 14 182 e em 14 121 kHz, a maioria deles com estações norte-americanas e canadenses, poucas sul-americanas e européias e um contato com uma estação das colinas de Golan, Oriente Médio. Para quem não conhece Michael Meerman, G0/PA3BHF, ele faz parte da equipe da Unidade de Pesquisa de Engenharia Espacial da Universidade de Surrey, lar dos satélites UoSAT; é ele o responsável pela operação diária dos UoSATs, e foi ele quem alimentou, no OSCAR-11, os dados de posição dos esquiadores, recebidos por Telex dos operadores russos do COSPAS.

No pólo, a temperatura era agradável, entre -28° C e -30° C, e o vento leve, como sempre no pólo Norte, vindo do sul e indo para o sul, ao mesmo tempo. Parece um deserto, branco e plano. As únicas elevações são devidas à compressão pelo gelo, até 2 m de altura, mas não são difíceis de serem vencidas. A espessura do gelo embaixo do pólo Norte varia entre 3 e 12 m.

Os esquiadores viram pegadas de urso polar uns 30 km antes de chegar

ao pólo, mas não viram ursos, nem tiveram necessidade de utilizar o rifle que levaram para a sua proteção.

Até chegar ao pólo, os esquiadores não utilizaram os botes de borracha nem uma vez, preferiram contornar as águas ou aguardar que elas se congelassem, o que permitiria a passagem.

Quanto à ilha flutuante North Pole 28, ela é uma das estações polares científicas russas para pesquisas oceânicas e meteorológicas. No dia 26 de abril, dia do encontro polar, sua distância do pólo Norte era de 28 km. Existem na ilha três estações russas e uma estação particular canadense-californiana-alascana. O tamanho da ilha North Pole 28 é de apenas 800 x 800 m - assim podemos imaginar a dificuldade de aterrissar e de decolar com um avião de carga Antonov AN-74. Ela perde tamanho continuamente. Quando a primeira estação foi implantada, em 1986, seu tamanho ainda era de 1,5 x 2 km. As correntes polares já levaram-na por 4 000 km desde então. Tem cinco ou seis barracas, uma sala comum com cozinha, estação de recepção meteorológica Meteor/Noaa, um *shack* para radioamador, outro para aviação, e uma estação hidrológica. Sua tripulação consta de 25 pessoas, aproximadamente, com turnos de um ano.

No pólo o Sol fica sempre na mesma elevação, não havendo muita diferença entre dia e noite e nem entre as três refeições para os expedicionários.

Logo depois da passagem pelo pólo Norte, a ilha North Pole 28 quebrou-se ao meio, e os aviões AN-74 não puderam mais utilizá-la, tão curta ficara a pista. Agora o abastecimento da ilha só seria possível com pára-quedas ou helicópteros.

Reiniciada a caminhada na direção do Canadá, os esquiadores receberam a quarta remessa aérea (primeira canadense) no dia 13 de maio. No dia anterior a nuvem baixa não permitiu ao piloto do bimotor Twin Otter ver os esquiadores quando voou para o norte, e ele teve de esperar o tempo clarear. No dia 13, voltando do norte, o piloto localizou os esquiadores e, ao invés de lançar os pára-quedas, pousou ao lado deles. Piloto e co-piloto canadenses passaram a noite com os esquiadores.

Depois da partida do Twin Otter com os pilotos, os esquiadores descansaram um dia e retomaram a caminhada, que rendeu bem e, no dia 20 de maio, só lhes faltavam 273 km até o seu destino, na costa canadense. Agora só faltava uma última remessa aérea de suprimentos. Até a temperatura tornou-se agradável, apenas -10° C.

Nesse ínterim, porém, acontecimentos lamentáveis ocorreram na ilha North Pole 28. Na semana anterior, a ilha havia se quebrado em quatro partes. O canadense Barry Garret, 4K0DX/VE3CDX, perdeu parte de seu equipamento

no dia 21 de maio, quando seu amplificador linear caiu no mar ao abrir-se uma fenda no gelo. A tripulação da ilha North Pole 28 estava pensando seriamente em abandoná-la.

Para os esquiadores, só faltava atravessar uma abertura de água de 10 km de largura antes de chegar ao continente americano. Cada esquiador levou consigo uma balsa inflável solitária, trazida pelo avião canadense Twin Otter. Essas balsas não servem em águas abertas. Além da água, os esquiadores enfrentaram, no último trecho de sua caminhada, neblina, água sobre gelo, junção de gelo sob pressão e muitas pequenas fendas de água, reduzindo sua velocidade a 22 km/dia. A temperatura aumentou e ficou entre -10° C e -6° C, criando problemas de derretimento de gelo.

Finalmente, no dia 1º de junho de 1988, exatamente noventa dias após sua partida, às 14h 35 UTC, os treze esquiadores pisaram em terra firme na pequena ilha Ward Hunt, 83°7'N, 70°30'W, perto do cabo Columbia, ilha Ellesmere, onde encontraram os radioamadores de apoio e a imprensa internacional.

Assim terminou a maior DXpedição organizada por radioamadores até o dia de hoje. Participaram dela ativamente de cinqüenta a sessenta radioamadores, a CRRL, a AMSAT, o UoSAT, o SARSAT e vários outros órgãos russos, acompanhados à distância por um número estimado em cem mil radioamadores e estudantes do mundo inteiro, desde o Sri Lanka até a Nova Zelândia. Era um belo exemplo de colaboração e cooperação do radioamadorismo em nível mundial, sem fronteiras.

20.2 DXpedição Antártica PU2KAQ, 1990-1991

Para possibilitar ao leitor a assimilação prática dos variados conceitos contidos neste livro, com base em uma aplicação real e atualíssima, ocupamos mais espaço para relatar, com detalhes, os aspectos de maior interesse radioamadorístico da expedição do radioamador brasileiro Amyr Klink, PU2KAQ, à Antártica.

Os aspectos de radiocomunicação e de energética da expedição de Amyr oferecem inúmeros ensinamentos aos radioamadores que podem ser chamados, a qualquer momento, a colaborar com outros empreendimentos de caráter científico ou humanitário. É de se lembrar que os méritos do radioamadorismo estão sendo julgados pelo grande público, exatamente com base em seu desempenho nessas ocasiões que podem resultar em repercussões positivas ou negativas nos meios de comunicação de massa. Assim, esta matéria visa aperfeiçoar

a atuação dos radioamadores em ocasiões onde só o perfeito é considerado satisfatório.

Em primeiro lugar, o sistema de radiocomunicação. Como se sabe, durante toda a DXpedição, o contato de Amyr com o mundo foi assegurado pela sua estação de rádio. Para este contato vital, o veleiro polar Paratii levou transmissores Kenwood modelo TS-430S, já desbloqueados para operar também fora das bandas de radioamadores. A potência de saída dos transmissores é de 100 W pico. Neste ponto, ocorreu a primeira deficiência de planejamento. Embora os dois TS-430S, titular e reserva, fossem necessários para manter contato com a estação costeira da Embratel, fora das faixas de radioamador, eles, como todos os receptores de cobertura geral até então, apresentam ruído de fase PLL, muito objetável num ambiente de baixo ruído como é o da Antártica. Amyr deveria ter levado com eles o TS-130S, que ele já utilizou durante sua travessia do Atlântico Sul e que deixou em São Paulo para ser operado por sua irmã Elisabeth, e o qual oferece recepção bem superior nas faixas de radioamador.

A escolha das antenas foi também lamentável. Amyr levou, para uma expedição destinada a invernagem sobre o gelo, dipolos V-invertido. Além delas, ele utilizou como antena durante a navegação o estai do mastro, sintonizado para a freqüência de operação por meio de um sintonizador automático Kenwood modelo AT-250. Ele utilizou para esta antena monopolo vertical, à guisa de plano de terra, o próprio mar de água salgada, com condutividade específica de 5 000 mS/m, acoplado pelo próprio casco de alumínio da embarcação. Mesmo a superfície pintada ofereceu acoplamento capacitivo suficiente.

Mesmo contando apenas com essas antenas simples, Amyr dispunha sempre de, no mínimo, duas antenas: uma dipolo para a faixa de operação, e o estai com o acoplador, praticamente para qualquer faixa.

Agora os leitores, que acompanharam atentamente esta descrição, vão me perguntar: se Amyr possuía duas antenas, dois transceptores TS-430S, inclusive dois cabos de alimentação, um acoplador para transmissão, por que não operou em *full duplex*, em 20-15, 20-17, 17-15 ou em 40-17 m, facilitando toda a sua comunicação, inclusive os contatos telefônicos via Embratel, as entrevistas aos jornalistas, os contatos com seus familiares e com sua equipe, e seus contatos científicos? Confesso que não vejo explicação plausível, especialmente porque o tempo de propagação de Amyr a São Paulo, ida e volta, mais de 30,7 ms, teria constituído um retardo mais do que suficiente para impedir qualquer realimentação acústica, mesmo utilizando, em ambos os lados, alto-falantes junto aos microfones, ao invés de fones de ouvido.

É interessante lembrar, todavia, que utilizando sistema *duplex* (um

canal de ida e outro de volta), haveria caído por terra o argumento de que a presença de radioamadores poderia tumultuar as comunicações, uma vez que Amyr, tendo um canal todo o tempo para o seu uso exclusivo, poderia ter determinado com quem desejava falar, e assim teria sido ele o detentor do controle sobre as radiocomunicações.

O condicionamento de Amyr à comunicação *simplex* deu até motivo para confusão em seus primeiros contatos com a Embratel. Num contato que tive com o expedicionário, logo depois de sua chegada ao ponto de invernagem, Amyr se queixou de que ele tentara por várias vezes chamar a estação Junção da Embratel, em Rio Grande, nas freqüências combinadas de 12 392 e 8 257 kHz, mas que não obtivera resposta. Embora estranhasse muito a queixa de Amyr, pois não pude imaginar o motivo da falta completa de possibilidade de comunicação, entrei em contato com esta estação, e ela sugeriu a Amyr chamá-la em 12 413,7 kHz; a estação costeira responderia em duas freqüências simultaneamente: 13 184,5 e 17 282,5 kHz.

Ao estabelecer o contato neste canal, a estação Junção da Embratel confirmou o que eu já desconfiava. Embora houvesse recebido da estação um papel com as freqüências de transmissão e de recepção dos dois canais de chamada *duplex*, Amyr, acostumado a contatos *simplex* com os radioamadores (transmissão e recepção na mesma freqüência), esqueceu do fato de que estes dois canais são *duplex* (ida e volta em freqüências diferentes) e, ficando na escuta na mesma freqüência em que ele chamou, muito obviamente não poderia captar resposta alguma.

Depois que Amyr aprendeu a operar em *duplex*, seu contato telefônico com o mundo foi assegurado pela estação PPJ (conhecida como Junção) da Embratel, em Rio Grande (RS), tendo combinado os canais de chamada *duplex* de número 821 em 8 257 kHz (PPJ responde em 8 780,9 kHz) e de número 1 221 em 12 392 kHz (PPJ responde em 13 162,8 kHz), com modulação USB.

Uma vez estabelecido o contato no canal de chamada, a estação costeira PPJ designou um canal de serviço *duplex*, modo USB, para o tráfego.

O operador da estação Junção é Egas Schwochow, que já esteve na Antártica no ano de 1989 para tratar das instalações radiotelefônicas da Estação Comandante Ferraz.

O contato regular de Amyr com sua equipe de apoio seria, todavia, nas faixas destinadas ao serviço de radioamador.

Além das radiocomunicações com sua estação base em Santo Amaro, o projeto de Amyr previu contatos com mais uma rede de doze estações de radioamadores situados nos Estados Unidos, Chile, Argentina, Namíbia, Fran-

ça, Portugal, Suécia e Japão, para intercâmbio de informações sobre as experiências.

Foi neste programa que ocorreram as maiores falhas de planejamento das comunicações da expedição. Para garantir contatos combinados, em freqüência e em horário pré-determinados, com estações da Europa, dos Estados Unidos e do Japão, onde Amyr só pode chegar, e de onde ele só pode receber, através de mais de um salto ionosférico (e com as correspondentes maiores perdas devido ao maior número de reflexões ionosféricas e reflexões terrenas, só podendo operar no menor MUF dos vários saltos envolvidos no contato), uma potência-pico de 100 W com antena dipolo V-invertido definitivamente não é suficiente.

Acontece que mesmo os contatos de Amyr com a sua estação base, localizada em São Paulo, foram muito precários, sofrendo freqüentemente interrupções, as quais ele atribuiu à "falta de propagação". Na realidade, tratavam-se de QSB normais, e o problema é que a estação estava operando "na tangente", sem qualquer reserva; dos contatos que necessitam de mais de um salto ionosférico em hora e freqüência marcada nem se fala.

Antes de tudo, a antena. Invernando no meio do mar congelado, teria sido fácil para Amyr levantar uma antena num mastro telescópico de 7 m de altura, apoiado em tripé interligado sobre o gelo, nas proximidades da embarcação, porém já livre dos estais. Com uma Yagi monobanda de 20 m ou duobanda de 15-20 m, de três ou quatro elementos, e com o mar de água salgada como refletor, ele teria obtido um ganho entre 8 e 10 dB sobre o dipolo, com ângulo de saída baixo. Para seus contatos com São Paulo, com direção fixa, Amyr poderia ter utilizado antena rômbica enterrada na neve (o gelo e a neve são isolantes perfeitos), com resistor terminal resfriado a neve, como fizeram os sul-africanos na estação antártica ZS1ANT. Espaço para antena rômbica não falta na Antártica (ver Item 7.9).

Agora voltemos à recepção. Contrariamente ao FT-757GX, os TS-430S não contêm pré-amplificador de RF embutido; assim, para aproveitar o nível de ruídos mais baixos do ambiente, Amyr deveria ter levado um pré-amplificador/pré-seletor de RF tipo PT-3 ou similar, (ver Item 5.1).

Para transmissão, Amyr necessitava, além da antena de alto ganho já mencionada, instalada durante a invernagem num tripé sobre o gelo, ao lado da embarcação, também de um amplificador linear de estado sólido, como o Metron/Magnus MA-1 000 B, de 600 W de saída, com consumo de 70 A, ou o Mirage HF 10 080, de 800 W de saída, com consumo de 88 A, ou Ten-Tec 420 Hércules, de 500W de saída, com consumo de 60 A, todos eles alimentados em 13,8 V (ver Item 4.4).

O consumo de qualquer um dos amplificadores lineares acima citados teria sido facilmente suprido pela bateria com capacidade de 720 Ah, mesmo em contatos prolongados, uma vez que a transmissão se alterna com a recepção, e a corrente máxima só ocorre nos picos de modulação em SSB.

Vamos fazer um pequeno cálculo quanto às melhorias obtidas. Na transmissão, Amyr teria ganhado 8-10 dB pela antena, e mais 7 dB pelo linear da Ten-Tec, ou 7,8 dB pela linear da Metron/Magnus, ou 9 dB pela linear da Mirage, totalizando entre 15 e 19 dB. Na recepção, ele teria ganhado 8-10 dB pela antena e entre 17 e 20 dB no pré-amplificador, totalizando entre 25 e 30 dB de ganho. Esses valores teriam sido suficientes para cobrir a maior parte dos QSB e assegurar uma comunicação tranqüila. Adicionalmente, para garantir uma boa inteligibilidade, ele poderia ter instalado um filtro ativo como o da Autek (ver Item 5.4). A necessidade deste filtro é evidente, pois Amyr freqüentemente não entendeu o que sua irmã Elisabeth, apelidada por ele de "Cabeluda", falou e mandou-a repetir de quatro a cinco vezes até compreender. Acontece que, por motivos ignorados, ela fez questão de operar seu TS-130S, instalado no escritório de Amyr na rua Guapiaçu, quase sempre com excesso de modulação, resultando não somente em espalhamento na faixa inteira, mas também causando distorção intolerável na modulação. Eu a compreendi sempre graças ao filtro ativo que estou utilizando (ver Item 5.4).

Outra reclamação de Amyr se referiu a sua dificuldade de acoplar antenas. Obviamente um acoplador automático, como o AT-250, possui limitações quanto à impedância que ele é capaz de acoplar corretamente. A solução é utilizar, em cascata com o acoplador automático, mais um acoplador do tipo manual. O procedimento é simples: com o automático em *bypass*, ajusta-se o acoplador manual para oferecer ao automático uma impedância digerível. Em seguida, liga-se o acoplador automático para chegar ao acoplamento perfeito. É uma necessidade quando se trabalha com uma variedade de antenas e de freqüências, em ondas decamétricas.

Sem possuir equipamentos adequados, Amyr só conseguiu contatos aleatórios com outros países para onde e quando condições especialmente boas de propagação surgiram.

Tenho certeza de que qualquer radioamador que lê atentamente este livro poderia ter projetado um sistema de radiocomunicação bem mais eficiente do que o utilizado na expedição brasileira à Antártica.

Depois da publicação, nos jornais, de nossas críticas relativas às antenas, o companheiro de Amyr, o navegador Hermann Átila Hrdlicka, que planejou visitá-lo com seu veleiro Rapa Nui, informou que ia levar para ele

uma antena direcional; todavia, recebendo-a no fim da invernagem, de nada adiantou, pois os estais do mastro impedem seu uso durante a navegação.

A expedição Antártica de Amyr envolveu não somente falhas de planejamento e de operação, mas também de manutenção, especialmente as de manutenção preventiva.

Amyr reclamou pelo rádio que seu TS-430S titular apresentou falhas completas na recepção devido a maus contatos. O que aconteceu foi que as tensões baixíssimas dos sinais de recepção não conseguiram vencer as camadas finas de óxido na superfície dos contatos. Desconhecendo os motivos do problema, ele informou que não iria utilizar o TS-430S de reserva, para mantê-lo intacto. Acontece que, com a falta de uso, os contatos só deixaram de continuar a oxidar-se nos pontos exatos onde se tocam durante a armazenagem; todavia, em todo o resto da superfície do contato, a camada de óxido tenderia a engrossar-se por falta de impactos mecânicos capazes de desgastá-la, criando ainda maiores problemas no momento em que se decidisse a utilizá-lo, e quando certamente tocaria em pontos diferentes.

A manutenção preventiva teria consistido na cobertura dos contatos com um *spray* (protetor) contra oxidação. Na falta de um *spray* específico de contatos, até um WD40 ou similar, teria prevenido o problema. A mesma manutenção preventiva poderia ter sido aplicada sobre os potenciômentros de carvão, também sujeitos à oxidação.

Outro problema técnico, que os leitores deste livro poderiam ter resolvido, foi como secar o cabo coaxial no qual penetrou água proveniente de neve derretida durante o período do descongelamento, o que impediu Amyr de utilizar uma de sua antenas (ver Item 8.2).

Amyr estava sob a impressão de que a neve derretida, sendo água destilada e sem condutividade elétrica, não aumentaria as perdas do cabo. Entretanto, o que muda a impedância característica do cabo coaxial e aumenta suas perdas é o constante dielétrico de água, igual a 80, tanto para a água comum quanto para a água destilada.

Agora vamos analisar sucintamente o sistema de suprimento de energia elétrica da embarcação Paratii utilizada na expedição.

Para suprir o transceptor de rádio e os demais equipamentos elétricos instalados no veleiro polar Paratii, foi instalada uma bateria de acumuladores com 720 Ah de capacidade, além de dois bancos de bateria de acumuladores de 160 Ah cada. A fonte principal para carregar as baterias foi um gerador *diesel*. Além deste gerador *diesel* de 10 HP, fornecendo mais de 7 kW de potência, as baterias puderam ser recarregadas por:

a. gerador eólico instalado acima da popa da embarcação;

b. carregador acionado pelo arrasto hidráulico (somente durante a viagem);

c. quatro painéis solares Heliowatt B;

d. carregador acoplado ao motor de propulsão (somente durante a viagem sob empuxo do motor);

e. carregador de baterias acoplado à bicicleta ergométrica (somente durante a invernagem).

O combustível levado para alimentar o empreendimento constou de:

a. 1 200 l de óleo *diesel* para o motor de propulsão, utilizado somente em águas interiores e para as manobras (a embarcação consome 1,2 l de óleo *diesel* por milha percorrida com o auxílio do motor);

b. 1 800 l de óleo *diesel* para o gerador de eletricidade e para o aquecimento;

c. 100 l de querosene para a iluminação;

d. 200 l de gasolina para os motores de popa auxiliares.

Para o aquecimento do ambiente, Amyr aproveitou o calor de escape do motor *diesel* destinado à geração de eletricidade, através de um intercambiador de calor.

O esquema de economia energética de Amyr foi o seguinte: conforme o próprio navegador informou através dos contatos, seu gerador de 10 HP consumiu diariamente 5 l de óleo *diesel*; com o peso específico do óleo *diesel*, este correspondeu a 4,5 kg/dia, e produzindo cada quilograma 10 500 cal, representando um total diariamente disponível de 47 500 cal. Destas 47 500 cal/dia, 32%, ou seja, 15 200 cal/dia foram convertidas em energia mecânica, acionando o gerador elétrico que, se não existissem perdas, geraria 17,6 kWh/dia. Considerando as perdas, Amyr pôde contar com um mínimo de 15 kWh/dia. A estes 15 kWh/dia, poderíamos somar a produção do gerador eólico, dos quatro painéis solares e da bicicleta ergométrica, mas a contribuição dessas fontes de energia é insignificante em relação aos 15 kWh/dia.

Sabemos que as baterias têm eficiência de 75% em ampère-horas. Sendo a tensão média de descarga 80% da tensão média de carga, isto resulta em uma eficiência em Watt-horas de 0,75 x 0,80 = 60%. Com tal eficiência, Amyr tinha à disposição de suas baterias 9 kWh/dia.

Os 68% restantes da energia do óleo *diesel*, ou seja 32 300 cal, estavam sendo aproveitados para o aquecimento do interior da embarcação, na maior parte pelo intercambiador de calor conjugado com o escape, e em menor parte pela irradiação de calor do próprio motor, perdendo, todavia, uma parcela

apreciável desta para o exterior, em forma de calorias ainda contidas nos gases de escape.

Por que dedicamos, neste livro, espaço para a análise da economia energética da embarcação de Amyr?

Acontece que um dos argumentos que o coordenador de radiocomunicação da expedição utilizou para justificar a dificuldade dos contatos de outros radioamadores com Amyr era a economia de consumo de energia elétrica. Agora vamos comparar o consumo da estação de rádio com as disponibilidades energéticas da embarcação.

Com as 9 kWh diariamente disponíveis de bateria de acumuladores, Amyr poderia ter operado folgadamente sua estação, especialmente porque a maior parte de suas necessidades de iluminação foram providas pelos 100 l de querosene que já constavam do projeto.

Mesmo se tivesse mantido contatos com radioamadores duas horas por dia (o que já teria sido muito na agenda diária de trabalhos de Amyr), falando durante uma hora inteira em SSB com índice de modulação média, e escutando durante uma hora, Amyr só teria conseguido gastar 0,2 kWh/dia sem amplificador linear (para os contatos aleatórios) ou 0,7 kWh/dia com amplificador linear (para os contatos programados) dos 9 kWh diários disponíveis em sua bateria de acumuladores.

Operando a estação durante o período de carga de bateria pelo gerador *diesel*, Amyr tinha a sua disposição, além dos 9 kWh armazenados na bateria, mais 6 kWh/dia, uma vez que a potência gerada era de 15 kWh/dia.

Fica, assim, insustentável a afirmação de que o sigilo imposto sobre as radiocomunicações foi devido à economia de energia elétrica.

Depois da análise detalhada dos aspectos de radiocomunicação e de energética, os leitores poderiam pensar que os erros de planejamento da expedição foram restritos a essas duas áreas. Acontece que o primeiro trecho do percurso, de Parati (RJ) até a baía Thetis, foi indicado tanto no projeto distribuído entre as firmas patrocinadoras convidadas quanto na brochura colorida impressa e também distribuída pelo grupo Villares como sendo de 1 609 milhas marítimas. A distância, todavia, entre esses dois pontos é superior a 2 000 milhas. Basta fazer um pequeno cálculo: Parati se situa na latitude sul de 23° e a baía Thetis na latitude 54°30'. Mesmo se elas fossem localizadas no mesmo meridiano, a distância seria (54° 30' menos 23°) x 60 = 31,5 x 60 = 1 890 milhas marítimas. Existindo ainda entre os dois pontos uma diferença de longitude de 22°, a distância da primeira etapa fica a 2 070 milhas marítimas. Ou seja, um erro de 461 milhas marítimas para menos já no primeiro trecho do percurso.

Retornando ao tópico das radiocomunicações, fica no ar a seguinte pergunta: vale a pena sacrificar os aspectos de radiocomunicação por uma economia de menos de 1,5 mil dólares (entre antena direcional, amplificador linear, pré-amplificador/pré-seletor, acoplador manual e filtro ativo), em uma expedição que dispõe de espaço, de capacidade de peso, de energia elétrica suficiente e que durou dezesseis meses, com um orçamento total acima de 1,5 milhão de dólares? Cabe aos leitores a tarefa de responder à pergunta. Devemos lembrar que Amyr não teve que enfrentar, para instalar sua estação, as dificuldades que os radioamadores do transpolar Skitrek enfrentaram, e não correu o risco de ver seu amplificador linear cair no mar, como aconteceu com o radioamador canadense Barry Barret, 4K0DX/VE3CDX, na ilha de gelo flutuante North Pole 28, no dia 21 de maio de 1988.

O motivo do lamentável desempenho das radiocomunicações certamente não foi de ordem econômica, como também não se pode explicar com a falta de dinheiro o fato de que nenhum integrante da equipe de Amyr percebeu um erro de 461 milhas no cálculo do primeiro trecho do percurso do projeto. Imaginem só os leitores se os planejadores do Transpolar Skitrek tivessem cometido um erro de 461 milhas no cálculo de algum trecho do percurso e se nenhum outro integrante da equipe o tivesse percebido.

Para os padrões do primeiro mundo, necessitamos de equipes de radioamadores com pleno conhecimento de causa, comparáveis aos melhores profissionais de sua área.

A DXpedição brasileira à Antártica foi uma lição prática de como não planejar as radiocomunicações de uma expedição. Esta lição já valeu o espaço que a expedição de Amyr ocupa neste livro.

21. DIVERSOS

21.1 Panorama das Associações de Radioamadores

Tratando-se de uma atividade interativa e com participação de muitos operadores, necessitando, portanto de coordenação, normas convencionadas de operação, divulgação de informações atualizadas etc., formaram-se, desde o início do radioamadorismo, associações, clubes e grêmios. Em âmbitos nacionais, formaram-se as ligas, e, para unir essas ligas em âmbito mundial, foi fundada, em Paris, no dia 18 de abril de 1925, a International Amateur Radio Union (IARU).

A IARU reúne uma associação representativa de radioamadores de cada país. Em média mundial, podemos estimar que um em cada três radioamadores licenciados é filiado a uma dessas associações representativas de seu próprio país.

A sustentação das despesas da IARU depende das contribuições das ligas associadas. Até 1986, essa contribuição constava de 20 *cents* ao ano por associado. Na Assembléia da II Região da IARU em 1986, realizada em Buenos Aires, a fim de assegurar as receitas orçadas contra a queda de filiação de suas associadas, e, ainda mais para incentivar as ligas filiadas para concentrar a maior porcentagem possível dos radioamadores de seu país, através de bons serviços oferecidos em troca de suas anuidades, foi estabelecido que a contribuição anual de cada liga filiada seria de 7 *cents* por ano, sobre o número total dos radioamadores licenciados do país, independentemente do número de sócios. Assim, uma liga que só congrega 10% dos radioamadores deve pagar uma contribuição por sócio cinco vezes maior do que uma que agrega a metade dos radioamadores licenciados.

A liga de radioamadores que mais se destacou na promoção dos interesses do radioamadorismo mundial foi a American Radio Relay League (ARRL), fundada por Hiram Percy Maxim e Clarence Denton Tuska, em 1914. Os antecedentes de fundação da ARRL são muito simples. Em 1908, quando Tuska ainda era estudante, com doze anos de idade, sua família mudou para Hartford, Connecticut, e ele instalou em sua casa uma estação de radioamador, adotando o indicativo SNT. Para ganhar um pouco de dinheiro, começou a fabricar bobinas com contato deslizante para sintonia (indutância variável), detetores de galena e monofones de ouvido. Para comercializar esses produtos, Tuska os entregou a uma loja de *hobbies*, em Hartford. Ao mesmo tempo, Hamilton Maxim, filho do conhecido inventor Hiram Percy Maxim, desenvolveu interesse em receptores de rádio, e convenceu seu pai a adquirir as peças e montar um receptor de galena. O rapaz e o pai, este com 39 anos, não conseguiram fazer o receptor funcionar, e levaram-no de volta à loja, reclamando que o produto não prestava. O dono da loja, não entendendo de peças de rádio, avisou Tuska de que havia graves queixas sobre os seus produtos. Tuska fez imediatamente uma visita à casa de Hiram Percy Maxim e descobriu que o que eles queriam era um receptor mais sofisticado e mais sensível. Saiu da casa deles com uma encomenda de capacitor variável, *variocoupler* (um indutor giratório dentro do outro, ligados em série), detetor de cristal e fone utilizado pela marinha norte-americana. Assim se iniciou uma amizade entre Tuska e Maxim, que formaram o Radio Club of Hartford, que pode ter sido um dos primeiros clubes de radioamadores do mundo.

O alcance dos contatos era muito limitado. De Hartford, Connecticut, eles conseguiram se comunicar, por CW, com Springfield, Massachussetts (apesar de dois Estados diferentes, a distância é de apenas 37 km), mas com estações repetidoras (*relays*) pretendiam alcançar Buffalo (Estado de Nova York) e até Chicago (Estado de Illinois). Assim que este alvo foi atingido, partiram para uma rede nacional de estações relé, e em março de 1914, Tuska, na época secretário do clube e já com dezoito anos de idade, propôs a formação da ARRL.

Inicialmente, não houve cobrança de mensalidades. Em agosto, já havia duzentas estações participantes e, no fim de 1914, já publicavam o primeiro *callbook*, vendido por 50 *cents*, incluindo um mapa dos Estados Unidos com a indicação do local das estações associadas.

Neste ponto, cabe uma observação. Contrariamente ao que muitos possam pensar, a ARRL não teve a primazia cronológica entre as ligas de radioamadores do mundo. A primeira foi a Wireless Institute of Australia (WIA), fundada em 1910. Embora a primazia da Austrália possa ser explicada

pela sua distância e pelo isolamento, necessitando contato com o resto do mundo, ela não perdeu o espírito de pioneirismo: em 1965 estudantes e professores da Universidade de Melbourne começaram a construir, parcialmente com sucata, um satélite amador, para demonstrar a possibilidade de um canal de descida em 10 m, para testar um sistema de estabilização magnética passiva de atitude e para demonstrar a possibilidade de telecomando. O satélite foi lançado em 23 de janeiro de 1970 pela NASA (foi o primeiro satélite da série OSCAR lançado pela NASA, sendo que os quatro anteriores foram lançados pela Força Aérea norte-americana), e obteve em órbita o nome OSCAR-5, mas ficou também conhecido pelo apelido "Australis".

Tendo cumprido seus três objetivos, o OSCAR-5 prestou um grande serviço ao mundo do satélite amador. Com a demonstração da possibilidade de telecomandos, ele removeu o principal argumento da FCC quanto ao licenciamento de estações a bordo de satélites, com vista à cessação de possíveis futuras interferências com comunicações terrenas, através de telecomando.

O segundo país a fundar sua associação de radioamadores foi a Inglaterra, com a Radio Society of Great Britain (RSGB), fundada em 1913.

Seguindo a ARRL, que foi a terceira liga em ordem cronológica, foram fundadas associações em quase todos os países do mundo, sendo as de línguas ibéricas as seguintes:

Anos	Siglas	Ligas
1921	RCA	Radio Club Argentino
1922	RCCH	Radio Club de Chile
1923	GRC	Guayaquil Radio Club
1926	RCD	Radio Club Dominicano
1927	REP	Rede dos Emissores Portugueses
1930	RCP	Radio Club de Peru
1931	LABRE	Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão
1932	LMRE	Liga Mexicana de Radio Experimentadores
1933	LCRA	Liga Colombiana de Radio Aficionados
1933	RCU	Radio Club del Uruguay
1934	RCV	Radio Club Venezolano
1940	RCB	Radio Club Boliviano
1941	RCP	Radio Club Paraguayo
1945	CREN	Clube de Radio Experimentadores Nicaraguenses
1947	LPRA	Liga Panameña de Radio Aficionados
1947	CRAG	Clube de Radio Aficionados Guatemaltecos
1949	URE	Unión de Radioaficionados Españoles
1953	RCCR	Radio Club de Costa Rica
1958	CRAS	Clube de Radio Aficionados Salvadoreños

Podemos verificar que as associações acima, juntamente com a Liga Angolana de Radio Aficionados (LARA), Liga de Aficionados de Radio de Cabo Verde (LARCV) e com a Liga de Radio Experimentadores de Moçambique (LREM) somam 22 associações nacionais de países de línguas ibéricas, entre eles, dezessete de língua espanhola e cinco de língua portuguesa. Este fato será abordado mais tarde, com respeito às publicações específicas para o mundo do radioamadorismo.

Voltemos agora à história da ARRL, que é considerada exemplo para as demais associações. Um ano após o lançamento de seu *callbook*, em dezembro de 1915, saiu o primeiro número da revista *QST*, vendido por 10 *cents* cada número, ou por assinatura trimestral de 25 *cents*.

Os primeiros números da *QST* foram distribuídos de forma rudimentar. Os exemplares eram enrolados em papel na mesa de jantar da mãe de Tuska e levados ao correio, em dois sacos, no carro modelo Franklin, de Maxim. A gráfica abriu uma linha de crédito para que os radioamadores pudessem imprimir sua revista.

Com uma única interrupção, devido à Primeira Guerra Mundial, a revista *QST* não faltou mais um mês sequer nas estações de radioamadores dos Estados Unidos e do mundo. Ela é o dorso central da ARRL, que mantém todos os seus associados, independentemente de onde residam, permanentemente atualizados e informados sobre a evolução do radioamadorismo, da mesma forma que as revistas editadas por ligas de outros grandes países desenvolvidos. É uma característica interessante dessas revistas, produzidas por equipes de profissionais das respectivas ligas nacionais, que têm conteúdo organizado e coerente, enquanto publicações feitas na base de contribuições, de radioamadores voluntários e leigos, estão sendo chamadas, em círculos profissionais, como "colchas de retalhos".

Por tudo que foi exposto, os leitores podem perceber a grande diferença entre as ligas de âmbito nacional e as associações e clubes de radioamadores locais, bem como a linha de divisão clara entre os dois grandes grupos. As ligas nacionais devem atender, sob condições de igualdade a todos os seus associados residentes em qualquer parte do território nacional. Este atendimento inclui revista mensal, edição de livros específicos do radioamadorismo, irradiação de boletins informativos, treinamento de telegrafia através de estação central, e a organização de recebimento e distribuição de cartões QSL. É evidente também que os associados de ligas nacionais não participam de despesas por serviços que só interessem a radioamadores de certas cidades e suas redondezas, que são os únicos privilegiados, na utilização de sedes para encontro pessoal, estações repetidoras, aulas de telegrafia com professor pago, pois nenhum

associado residente fora desses centros pode utilizar esses serviços e, muito obviamente, não está disposto a pagar por eles.

Os leitores podem ter observado que a ARRL jamais teve qualquer outra sede fora da sede original de Hartford, transferida posteriormente para a cidade vizinha de Newington, onde funciona até hoje, nem jamais utilizou suas verbas arrecadadas do universo de seus associados para custear qualquer atividade que não fosse do interesse de todos, sem limitação geográfica ou de interesse local. Se todos os associados pagam contribuições iguais, todos têm, obviamente, direitos iguais.

Para qualquer atividade geograficamente limitada, a responsabilidade é exclusiva dos clubes, associações e grêmios locais, aos quais cabe manter a sede social local para encontros, instalar e manter repetidoras, ministrar aulas de telegrafia e de radioeletricidade em sua sede, organizar *hamfestas* e "ele-trocas", e providenciar todos os demais serviços que só interessam aos que podem utilizá-los, isto é, radioamadores residentes naquela cidade e em suas imediações, não podendo esperar contribuição financeira alguma da liga de âmbito nacional, sustentada pelo dinheiro de todos.

A separação entre ligas nacionais e associações locais é muito clara e lógica. Uma liga de radioamadores de âmbito nacional não é um partido político que necessita de muitas sedes espalhadas pelo país para fazer politicagem, mas, em essência, é uma grande editora especializada em matérias de radioamadorismo, que também tem a obrigação de defender os interesses do serviço de radioamador, manter *bureau* QSL e estação central de radioamador e prestar os demais serviços centralizados ao seu quadro de associados, como faz a ARRL. Como regra geral, podemos afirmar que nas grandes ligas, como a ARRL, a Deutscher Amateur Radio Club (DARC) etc., 80% da equipe, em sua grande maioria profissionais de alta qualificação que também são radioamadores ativos, está envolvida nas publicações - redação, edição, produção, distribuição e publicidade -, sendo os 20% restantes suficientes para prestar todos os outros serviços para o quadro de associados. Das anuidades recebidas pela ARRL, ela aloca como norma, 50% para a assinatura da revista *QST*.

Por outro lado, as associações e clubes locais são baseados em contatos pessoais, e seus associados podem livremente decidir sobre os serviços que desejam receber, pois quem paga por estes são eles mesmos, e não radioamadores de outros Estados, nem de outra parte do mesmo Estado.

Procurar misturar as duas filosofias não funciona. Como exemplo, poderíamos citar facilmente algum país da área de línguas ibéricas, mas para não melindrar os leitores latino-americanos, escolhemos um país fora dessa área. Pela escolha, peço antecipadamente desculpas aos meus amigos radio-

amadores austríacos, especialmente ao presidente da liga austríaca, Dr. Ronald Eisenwagner, OE3REB, e à sua esposa Beatrix, que me receberam com a tradicional hospitalidade vienense e gentilmente forneceram todos os elementos para conhecer a fundo o funcionamento da liga. Sou testemunha do incrível sacrifício pessoal que eles, recém-casados, fazem para manter sua liga funcionando, inclusive levando seu bebê com o berço portátil à sede da liga enquanto trabalham, por falta de *baby-sitter*.

Com seu desprendimento, o casal Eisenwagner consegue manter a liga austríaca com o auxílio de alguns radioamadores voluntários, sem que a liga tenha um só funcionário pago no país inteiro. O problema deles não é o de esforço pessoal, mas o sistema pelo qual a liga austríaca está organizada.

Depois de funcionar longo tempo com sede única em Viena, a liga austríaca Österreichischer Versuchssenderverband (ÖVSV) instalou, além de sua sede nacional, mais nove sedes estaduais. Com isto, mais da metade das mensalidades pagas pelos associados foi desviada para manter essas sedes pouco utilizadas (só abertas durante quatro horas por semana), faltando os recursos para melhorar seu boletim *qsp* que atende a totalidade de seus associados.

Pergunto eu: se a Inglaterra, os países do Leste Europeu, o México, o Brasil e numerosos outros países privatizam as suas estatais a fim de desafogar sua economia, por que uma liga de radioamadores não pode privatizar suas estaduais, permitindo aos radioamadores das cidades Graz, Innsbruck, Salzburg etc. e de suas redondezas decidir se estão dispostos a arcar com as despesas de um clube local de radioamadores e, especialmente, com os custos das respectivas sedes, pois radioamadores fora desses locais não as podem utilizar e, muito logicamente, não estão dispostos a custear suas despesas.

Se as nove sedes dos *Landesverbands* fossem transformadas em clubes locais das respectivas cidades, ou descontinuadas, a sede nacional na Theresiengasse, em Viena, com os recursos totais provenientes de todo o país, poderia pagar ao menos um profissional para atender à totalidade dos associados, produzindo artigos para o *qsp*. Obviamente ela nunca chegaria a ter uma equipe com quinze a vinte profissionais como tem a liga alemã DARC, em sua sede em Baunatal, perto de Kassel, que, entre outros trabalhos, produz a revista *cq-DL*, mas ao menos não ficaria na exclusiva dependência de artigos eventualmente recebidos de alguns radioamadores voluntários, que carecem de um mínimo de experiência editorial.

A título de exercício matemático, vamos demonstrar como mudaria a situação dessa liga com a eliminação das sedes estaduais, concentrando toda a renda na administração central chamada Dachverband em Viena. Atualmente

os associados estão pagando anuidades entre 435 *schillings* austríacos (41 dólares) e 685 *schillings* austríacos (65 dólares), conforme o Estado onde eles residem, dos quais a administração central recebe 235 *schillings* austríacos (22 dólares) por ano, o que, com os pouco mais de quatro mil associados, inclusive quase quinhentos radioescutas (que se filiam à liga para poder utilizar o *bureau* QSL para o envio e recebimento de seus cartões), mal dá para aluguel, contribuição à IARU, porte dos cartões QSL, datilografia, papel e impressão do boletim mensal *qsp*. Fechando as sedes estaduais e concentrando a média das anuidades estaduais atuais, ou seja, 560 *schillings* austríacos (53 dólares) para a sede central (para comparação, os radioamadores norte-americanos pagam à ARRL anuidade de 30 dólares, e os alemães, à DARC, 46 dólares), a liga austríaca poderia distribuir a todos os seus associados, com a renda adicional de 325 *schillings* austríacos (31 dólares), além de seu boletim próprio, o *qsp*, a *cq-DL*, órgão oficial da DARC alemã, incluindo nele uma página "ÖVSV - Nachrichten", como a *QST* fez até recentemente com a seção "Canadian NewsFronts".

Com isto, os associados teriam muito mais proveito de suas anuidades do que saber que existe uma sede estadual sem funcionários, aberta quatro horas por semana. A própria liga poderia contar, em lugar de sua participação atual de 67% dos radioamadores austríacos licenciados, com até 95% de participação, pois muitos radioamadores, especialmente os que não utilizam o *bureau* QSL, preferem assinar a revista *cq-DL* alemã do que pagar anuidade à ÖVSV.

Sei que alguns radioamadores austríacos me acusariam com intenções de repetir, na área do radioamadorismo, o *Anschluss* de 1938, mas posso responder com o *slogan* do radioamadorismo: "Eine Welt ohne Grenzen" ("Um Mundo sem Fronteiras"). A validade deste *slogan* é corroborada pelo fato de que, desde 1920 até sua emancipação em 1º de janeiro de 1988, isto é, durante 67 anos, a liga canadense era simplesmente uma entre as dezesseis divisões da liga ARRL dos Estados Unidos, e seus associados receberam mensalmente a revista *QST* como todos os membros da ARRL.

A circulação livre de informações entre países é assegurada por recentes tratados internacionais, e as informações sobre o radioamadorismo só podem ser consideradas de caráter pacífico. Assim, nada impede que boas publicações radioamadorísticas, editadas pela liga de um país, sejam distribuídas por ligas de radioamadores de outros países, especialmente quando eles falam a mesma língua.

Os órgãos mais importantes das publicações de radioamadorismo do mundo estão sendo editados, como já vimos acima, nos idiomas inglês, alemão, japonês, francês e italiano. Os radioamadores dos países latino-americanos, em

sua grande maioria, além de não dominarem estas línguas, não dispõem de moeda conversível que possa ser aceita nos países onde se editam essas publicações. Não devemos nos esquecer de que cada uma das línguas ibéricas é falada por mais de 140 milhões de habitantes do mundo, colocando ambos os idiomas entre as seis línguas mais faladas do planeta, junto ao chinês, inglês, russo e hindu.

Outra indicação significantiva é que o número de radioamadores dos países de língua espanhola regula com o número de radioamadores dos países de língua alemã, e o número de radioamadores de língua portuguesa regula com a soma dos de língua francesa e de língua italiana. Assim, é imperativo para o radioamadorismo dos países de línguas ibéricas que uma editora de língua espanhola e uma de língua portuguesa assumam a tarefa de produzir e distribuir as publicações radioamadorísticas multinacionais nas áreas de seu idioma. Nas revistas distribuídas em vários países poderá haver espaço para seções específicas destinadas às respectivas ligas, como na futura revista em língua portuguesa "Notícias da REP", "Notícias da LABRE", "Notícias da LARA", "Notícias da LARCV" e "Notícias da LREM", atendendo aos radioamadores de Portugal, Brasil, Angola, Cabo Verde e Moçambique.

Do histórico mundial das ligas é evidente que as despesas de manutenção de um centro de prestação de serviços só podem ser sustentadas por uma liga centralizada. Clubes estaduais que carecem de condições de sobrevivência, quer pelo número de radioamadores sob a área de sua jurisdição, quer pelo interesse destes de arcar com suas despesas, não se tornam viáveis pela adoção do nome de uma liga nacional, mas se tornam meros absorvedores dos recursos financeiros que poderiam ser usados na liga nacional para poder pagar profissionais/radioamadores de alto gabarito para prestar serviços à totalidade dos associados, através das publicações.

Na realidade, as ligas mistas nacionais/locais têm origem por tradição e têm continuidade por inércia, faltando-lhes a coragem e determinação de efetuar uma *Perestroika*. A coragem faltante pode ser substituída por uma pesquisa de opinião por amostragem entre os associados, para determinar a preferência da maioria por muitas sedes, ou por um único centro produtor e distribuidor de publicações, pois não há como suportar os custos simultâneos dos dois.

O desperdício de recursos de ligas que seguem a filosofia de "federação de clubes estaduais" é realmente estarrecedor. Há casos em que têm um funcionário em cada um dos 24 clubes "federados", para receber ou controlar o recebimento da contribuição, enquanto na ARRL a contribuição de centenas

de milhares de associados, pelo mundo inteiro, é controlada por um só computador.

Multiplicando este caso pelo número de facetas que caracterizam uma associação de radioamadores, fica evidente que elas carecem de condições mínimas de viabilidade, continuando durante décadas em estado vegetativo.

Acontece que, tendo-se acostumado ao sistema durante mais de meio século, muitos radioamadores nem podem imaginar um sistema diferente, pois jamais, em suas vidas, tiveram oportunidade de saborear uma associação de radioamadores que funciona como deve.

Da mesma forma que na ex-União Soviética somente uma reestruturação completa poderá fazer recuperar o atraso e os prejuízos causados por sete décadas de estatização, também as ligas estruturadas sobre a divisão política dos respectivos países só podem ser recuperadas através de desmembramentos, privatizações e racionalização do núcleo sobrevivente.

Por exemplo, a privatização e/ou eliminação de 24 sedes inúteis de uma associação, bem como a privatização do *bureau* internacional de QSL, poderiam deixar para o núcleo renda suficiente para formar uma pequena equipe com dois profissionais de alta qualificação (também radiomadores), em tempo integral, para atender às consultas dos associados por rádio, por carta ou por telefone, operar a estação central nas modalidades de fonia, CW, RTTY, ASCII e AMTOR-FEC, com informações diárias sobre propagação, manchas solares, atividades geomagnéticas, notícias e horários de passagem de satélite, radioamadores no espaço, localização de repetidoras, notícias captadas no BBS ou na BITNET etc.

O mesmo TNC multimodo utilizado para os modos digitais, citados anteriormente, poderá também ser aproveitado para gerar grupos de cinco caracteres aleatórios para a prática de telegrafia via rádio, com velocidades de 5, 8, 12, 15, 20, 25 e 30 palavras por minuto (nas velocidades abaixo de 15 ppm, pelo método Farnsworth).

Os mesmos profissionais da equipe paga da associação poderão: fornecer dados sobre válvulas, transistores e circuitos integrados de interesse dos associados; localizar artigos sobre assuntos de seu interesse em revistas e livros estrangeiros; fornecer cópias fotostáticas desses artigos, de esquemas e de manuais de equipamentos de radioamador; orientar sobre a instalação de suas estações (especialmente sobre antenas); auxiliar em casos de radiointerferências e em problemas com o direito de instalação de antenas em condomínios, bem como em ocorrências de danos a equipamentos por pulsos eletromagnéticos, provenientes da rede de energia elétrica, da linha telefônica ou das antenas; esclarecer as dúvidas relativas ao efeito de radiações eletromagnéticas sobre a

saúde do radioamador; orientar sobre precauções contra choques elétricos, queimas por radiofreqüência e inalação de vapores de solda de estanho e chumbo; orientar também sobre a atualização de suas estações com comunicação espacial, digital e visual, com pleno conhecimento de causa.

Os mesmos profissionais seriam responsáveis pela atualização e pela manutenção da estação da associação, mantendo-a dentro dos mais altos padrões internacionais de eficiência e confiabilidade, para garantir a prestação ininterrupta dos serviços com que estão afeitos.

O contra-argumento já esperado por alguns, segundo o qual um radioamador não pode receber remuneração pela operação de sua estação, não é válido para o caso, pois a estação não é do radioamador que a opera, mas da liga, e ele não recebe para transmitir mensagens de uma estação para outra que concorreria com serviços públicos de telecomunicações.

Outra faceta essencial que necessita de solução urgente é a existência de revista de radioamadorismo nos idiomas português e espanhol. Hoje em dia, o radioamador que não domina os idiomas inglês, alemão, francês, italiano ou japonês não tem meios para acompanhar a evolução do mundo radioamadorístico.

Se pode existir em língua japonesa - falada no mundo por menos pessoas do que o português e por metade dos que falam espanhol - uma revista mensal de radioamadorismo que poderia ser melhor qualificada como "livro mensal", por que não pode existir para os cinco países de língua portuguesa ao menos uma revista bimestral e para os dezessete países de língua espanhola outra revista bimestral, exclusivamente dedicada ao radioamadorismo?

Se pudessem assegurar a carga confirmada de espaço publicitário, editoras particulares já teriam lançado essas revistas.

Se faltar a necessária sustentação publicitária, cabe às associações de radioamadores a obrigação de sustentar essas revistas, distribuindo-as aos seus associados como parte maior da retribuição de suas mensalidades, obviamente contendo as seções correspondentes a cada associação que participa delas.

O que é importante é que essas publicações contenham matérias originais escritas por profissionais competentes e com longa vivência no radioamadorismo, e não traduções feitas por pessoas que não sabem inglês, nem espanhol, ou que não tenham conhecimentos sólidos de eletrônica, e vivência no mundo do radioamadorismo avançado. Elas devem ter conteúdo organizado e equilibrado entre as várias matérias de interesse para os radioamadores, aproveitando o espaço editorial disponível para fornecer o máximo possível de informações aos seus leitores. O autor deste se coloca à disposição das ligas de radioamadores de língua espanhola, para todo o apoio de que possam necessi-

tar, pois está convencido de que, além deste livro, as duas revistas mensais multinacionais, em espanhol e em português, são as pedras fundamentais para a emancipação do radioamadorismo nos países de línguas ibéricas.

21.2 O Segredo do "Milagre" Japonês

Como já foi mencionado no capítulo "Equipamentos" (ver Item 4.1), a indústria japonesa domina de longe o mercado mundial de equipamentos de radioamador. Somente a Kenwood, Yaesu e ICOM produzem, cada uma, mais transceptores de sua classe do que todos os fabricantes do resto do mundo, juntos.

Como chegaram a esta situação dominante?

Foi um esforço conjunto e paciente da liga japonesa JARL, da indústria, que a apoiou financeiramente na grande arrancada, e do Ministério dos Correios e Telecomunicações, que facilitavam, ao máximo, a outorga de licenças aos radioamadores até a potência de saída de 10 W. Na realidade, esses radioamadores de até 10 W substituem no Japão o serviço rádio do cidadão e formam a base da pirâmide do radioamadorismo naquele país. De fato, conforme levantamento feito há alguns anos atrás, a distribuição dos radioamadores japoneses por classe de habilitação foi a seguinte:

Classes	%
Primeira (todos os privilégios)	0,95
Segunda (limitada a 100 W)	4,03
Radiotelegrafista (somente CW, até 10 W, exceto em 20 m)	7,38
Radiotelefonista (somente fonia, até 10 W, exçeto em 20 m)	87,64

Agora, obviamente, queremos saber quais são os requisitos técnicos dos exames para licenças de operadores (correspondentes aos nossos certificados de habilitação):

• para todas as classes foram exigidas a teoria de radioeletricidade e operação de equipamentos;

• além disso, a classe radiotelegrafista foi submetida a teste de código Morse de cinco palavras por minuto;

• a segunda classe tinha teste de código Morse de nove palavras por minuto;

• a primeira classe tinha teste de código More de doze palavras por minuto e mais um teste de código Morse japonês.

O que a JARL fez?

Com ajuda econômica maciça das grandes indústrias, ela implantou, a partir de 1965, centenas de cursos para treinamento de candidatos, em todas as partes do Japão. Em 1974, o número desses cursos chegou a 564, dos quais 501 para radiotelefonia e 63 para radiotelegrafia. Os cursos tinham duração de quarenta horas/aula, sendo que os candidatos que se inscreveram comprovando já possuir os conhecimentos elementares, só precisavam freqüentar vinte aulas.

Os candidatos a radiotelefonistas, que obtiveram nota igual ou superior a 60% no exame final, receberam suas licenças na formatura sem necessidade de fazer a prova do Ministério dos Correios e Telecomunicações. Os que completaram o curso de radiotelegrafista também obtiveram sua licença da mesma forma.

Os resultados desse esforço conjunto sobre o radioamadorismo japonês são impressionantes. Segundo estatísticas oficiais fornecidas pelo Ministério dos Correios e Telecomunicações, havia no Japão, em 1965, 70 479 certificados de habilitação de radioamadores. Os aumentos anuais dos dez anos seguintes, devido aos esforços de expansão, foram como segue:

Ano	Aumento do n. de certificados	Número total no fim do ano	Aumento durante o ano (%)
1966	12 362	82 841	17,5
1967	20 722	103 563	25,0
1968	25 846	129 409	25,0
1969	33 770	163 179	26,1
1970	42 033	205 212	25,8
1971	51 393	256 605	25,0
1972	58 615	315 220	22,8
1973	54 225	369 445	17,2
1974	60 427	429 872	16,4
1975	69 386	499 258	16,1

Como já mencionamos acima, as classes radiotelegrafista e radiotelefonista, aprovadas mediante preparação técnica, ofereceram aos operadores privilégios aproximadamente equivalentes ao nosso serviço rádio do cidadão, com a diferença de que em lugar da faixa de 11 m, eles foram autorizados a

utilizar as faixas atribuídas ao serviço de radioamador, exceto a banda de 20 m, até a potência de 10 W.

Para se habilitar para a primeira e segunda classes, que permitem operar com potência superior a 10 W, não se abriu mão do exame governamental, pelo *Bureau* Regulador de Rádio do Ministério dos Correios e Telecomunicações.

Para compreender o número de certificados constante da estatística, devemos lembrar que seu conceito é diferente daquele dos certificados de habilitação do mundo ocidental. O número de certificados de habilitação no Japão não corresponde nem ao número de radioamadores habilitados, nem ao número de estações licenciadas. Cada certificado de habilitação tem validade vitalícia, não se extingue com a promoção de classe, e assim um radioamador possui um certificado para cada classe em cujo exame foi aprovado, podendo possuir até quatro certificados. Por outro lado, nem todo radioamador tem estação licenciada, pois radioamadores habilitados podem operar a estação do cônjuge, de um clube ou de outros. Somente pode requerer licença de estação quem possuir equipamento. O número de licenças de estações no Japão se situa entre 50 e 60% do número de certificados de habilitação em poder dos radioamadores.

A estreita colaboração entre os radioamadores japoneses, a indústria e as autoridades não parou com a expansão da produção de equipamentos para o radioamador, mas se estendeu à área espacial. A Nippon Electric Company (NEC) proporcionou à JARL ajuda maciça na construção dos satélites amadores JAS-1 (Japan Amateur Satellite N. 1) e de seu irmão gêmeo JAS-1B, que foram lançados pela National Aeronautics and Space Development Agency (NASDA), correspondente à NASA norte-americana, da base espacial de Tanegashima, a bordo de foguetes H1, no dia 12 de agosto de 1986 e no dia 7 de fevereiro de 1990, respectivamente.

21.3 Radiocartões para Principiantes

Como já foi possível perceber através do Item 1.9, é uma tradição de longa data e sinal de cortesia no radioamadorismo a confirmação do comunicado efetuado pelo envio de um cartão QSL, documento essencial para o seu destinatário poder utilizá-lo para obtenção de diplomas.

Para a estruturação e preenchimento correto dos cartões, é necessário conhecer certos detalhes, pois às vezes se recebe, especialmente de radioamadores novos, confirmações de comunicados que, à vista das convenções internacionais entre associações de radioamadorismo, carecem de validade para quaisquer diplomas ou concursos.

A falha mais frequente é a falta da expressão *2-way* (significando contato bilateral). Esta expressão deve constar de todas as cartolinas, e somente deve ser riscada na confirmação de cartões recebidos de radioescutas. Além desse requisito, muitas vezes ignorado pelo radioamador novato, o cartão deve conter:

a. indicativos de chamada da própria estação e da estação trabalhada;

b. ano, mês, dia, hora e minuto do comunicado (se possível, em hora UTC, especialmente quando a estação trabalhada for de outro fuso horário (ver Item 1.10);

c. faixa trabalhada (não é necessário indicar a freqüência exata, basta a faixa);

d. tipo de emissão utilizada (esta pode ser indicada em forma popular, como AM, FM, SSB, CW etc., ou em simbologia apropriada (ver Item 2.1);

e. características do sinal recebido (escala RST, ver Apêndice 7).

Para o radioamador principiante, é recomendável utilizar no início a designação popular do tipo de emissão, devido à sua simplicidade. Por exemplo:

Designação popular	Simbologia oficial depois de 1º.01.1982
CW	100HA1AAN
AM	6K00A3EJN
SSB	2K70J3EJN

Se qualquer um dos dados acima faltar em seu cartão, escreva-o à mão, a fim de não deixar o infeliz destinatário descobrir na hora de solicitar um diploma que o cartão recebido de sua estação está sem valor.

É facultativo mencionar se solicita o envio de radiocartão (PSE QSL) ou se agradece o radiocartão recebido (TNX QSL). Todavia, esta informação é útil para a outra estação saber se o cartão enviado chegou.

Mais um lembrete ao preencher o cartão: nunca indicar o mês com número, a não ser que esteja identificado por colunas qual é o número que corresponde ao mês. Por exemplo: no Brasil, 5/06/1990 significa o dia 5 de junho de 1990, porém, nos Estados Unidos, o mesmo significa 6 de maio de 1990. Se o seu cartão não contiver colunas separadas para mês e dia, escreva o mês com letras, como 5 Jun. 1990, ou Jun. 5, 1990. Assim evitará que o destinatário tenha que procurar, em seu registro de comunicados, em dois

lugares diferentes (se ele se lembrar da duplicidade de sentido acima mencionada). Para evitar mal-entendidos, a IARU recomenda adotar o formato xxxx/xx/xx para ano, mês e dia.

Quanto ao indicativo de chamada da estação trabalhada, coloque-o em destaque, a fim de facilitar aos *bureaux* de QSL a classificação de seu cartão à primeira vista. Não obrigue os pobres encarregados de distribuição a ler seu cartão até o fim para descobrir a quem ele se destina. A boa prática é colocar a estação trabalhada em primeiro lugar.

Escreva sempre com letras de fôrma bem legíveis e inconfundíveis, ou, se não for capaz, com máquina de escrever. Diferencie sempre o dígito zero (0) da letra O. Depois de preenchido o cartão, verifique mais uma vez se não há possibilidade de confusão (a lei de Murphy está em pleno vigor também nos *bureaux* QSL). Para aumentar a legibilidade e clareza das informações, podem ser usadas canetas em cores diferentes da de impressão.

O tamanho da cartolina não deve exceder o tamanho-padrão do cartão-postal. Os *bureaux* enviam os cartões em pacotes, e qualquer excesso de tamanho resulta forçosamente em amassamento.

Além das informações obrigatórias, o radioamador pode fazer constar no radiocartão a descrição ou fotografia de seu *shack*, dados sobre sua família, informações sobre seus *hobbies*, suas atividades radioamadorísticas e pode fazer constar mensagens pessoais relacionadas com o contato realizado.

O material e a forma do radiocartão podem exprimir idéias originais. Já recebemos radiocartões impressos em folha de madeira, em lâmina de acetato, por computador, simplesmente carimbado sobre papel ou com gravura caseira. O que é importante não é o quanto custou, mas a idéia original que ele contém. Cartões de produção individual são geralmente mais apreciados do que cartões produzidos em escala industrial.

Como falamos acima, é tradição de longa data e faz parte da ética operacional do radioamador confirmar os comunicados com cartão QSL. Cabe lembrar, todavia, que ninguém é obrigado a enviar cartão se não quiser. Só se pode cobrar cartão de um radioamador se ele prometeu enviá-lo. O mero fato de ter tido contato com ele não o obriga a coisa alguma. Se, todavia, ele prometeu enviar cartão, pode-se cobrá-lo com todo o direito. Assim, se o radioamador quer ter certeza do recebimento de cartões, deve perguntar, podendo obter a resposta de que somente receberá cartão mediante o envio de envelope auto-endereçado com cupons de resposta para trocá-los por selos. Este caso é comum em figurinhas que recebem muita solicitação dos países com elevado número de radioamadores, porém não tem interesse algum de aumentar o número de seus cartões destes países.

PY2USP

Estação de Radioamador
Universidade de São Paulo
Cx. Postal 8191
05508 São Paulo, Brasil

The University of São Paulo, the largest and most productive university of Brazil, was founded in 1934, grouping together many faculties which date back as far as 1827. As of 1989, it had 33,112 undergraduate and about 15,000 among 33 faculties in 5 Campuses. It encompasses many museums, including the famous Ipiranga Historical Museum and the São Paulo Museum of Contemporary Art. Its University Press has published 2,000 titles. The largest campus (500ha) is located in the city of São Paulo (The biggest industrial center in South America), next to the famous Butantã snake institute. USP is a state university, free of charge for all its students.

OSO	D	M	Y	UTC	mode

MHz	RST	power

Operator:

Remarks:

☐ PSE QSL ☐ TNX QSL

Fig. 21.1 Exemplo de cartão de estação coletiva.

Um radioamador pode ter muitos motivos para não enviar cartões QSL: *a.* o custo; *b.* o trabalho de preenchimento; *c.* o selo (a não ser que entregue no *bureau*); *d.* o tempo para verificar os dados referentes ao comunicado; *e.* a preocupação com o envio; *f.* o espaço ocupado pelos cartões recebidos, que, uma vez vistos, só servem para encher caixas. Quanto ao controle dos cartões emitidos e recebidos, cabe lembrar que não mais existe no Brasil a exigência de manter livro de registro de comunicados nas estações de radioamador (embora ajude muito na confirmação dos comunicados nos cartões).

Assim sendo, se um radioamador resolve não emitir cartões, de forma alguma o prometa; ele pode informar esta decisão, e eventualmente seus motivos, durante o QSO, e seu interlocutor será grato pela sua sinceridade e honestidade. O que não é lícito fazer é prometer e não mandar. Se, todavia, o radioamador, como a grande maioria, resolve mandar confeccionar seu cartão, deve manter em mente que o QSL é o cartão de visita da estação e de seu operador, e deve procurar criar impressão favorável e não deixar que, através dele, formem julgamentos desfavoráveis, devido a seu texto e preenchimento incompletos e/ou incorretos.

21.4 Diplomas Internacionais

A fim de incentivar contatos com estações das mais diversas localizações, foram instituídos no radioamadorismo, desde os seus primórdios, diplomas relativos a contatos realizados. Um dos diplomas mais fáceis de obter, e que não envolve despesa além do custo do correio, é o Worked All Continents (WAC), patrocinado pela IARU. Basta comprovar, por meio de radiocartões, perante uma liga filiada à IARU, contatos bilaterais com as Américas do Norte e do Sul, Europa, Ásia, África e Oceania. Existem versões CW, fonia, SSTV, RTTY, FAX, satélite, cinco bandas e mistos, podendo obter endossos adicionais se os seis continentes forem exclusivamente em 160, 80, 6 e 2 m, em 70 cm, em qualquer banda de freqüência mais elevada, ou em QRP.

O diploma Worked All States (WAS) é patrocinado pela ARRL, e para obtê-lo, o radioamador deve apresentar provas de contatos com radioamadores dos cinqüenta Estados norte-americanos, em qualquer banda, exceto na de 30 m, endossos especiais para SSTV, RTTY, 432, 220, 144, 50 e 1,8 MHz, e assim por diante. Uma versão especial deste diploma é o 5BWAS, significando os cinqüenta Estados em todas as cinco bandas de 10, 15, 20, 40 e 80 m.

Para os operadores de VHF e UHF, foi instituído o diploma VHF/UHF Century Club (VUCC), baseado no número de quadrados do *gridlocator* traba-

lhados pelo radioamador (ver Apêndice 9). Para obtê-lo, o número de quadrados diferentes necessários varia com a banda:

Bandas (MHz)	Quadrados
50	100
144	100
220	50
440	50
902	25
1 296	25

Bandas (GHz)	Quadrados
2,3	10
3,4	5
5,7	5
10	5
24	5
47	5

Esse diploma é praticamente impossível de ser obtido por radioamadores residentes fora dos Estados Unidos, porém serve muito bem como modelo para os diplomas nacionais de VHF/UHF. Mas o diploma mais cobiçado no mundo dos radioamadores é o DX Century Club[1], patrocinado pela ARRL.

21.5 Oportunidades de Atuação para Radioamadores Classe Novato no Brasil

A maioria dos radioamadores que hoje em dia ingressa na classe C começa com a banda de 2 m em freqüência modulada, não desprezando as repetidoras (ver Item 1.11).

Devemos nos conscientizar de que apertar teclado PTT para acionar repetidora ainda não é radioamadorismo. Comparando essa atividade com a de um operador da faixa do cidadão, que realiza DX em QRP, em 11 m, SSB,

1. Mais detalhes sobre o DXCC, ver Apêndice 1.

podemos constatar que este PX é, no sentido real da palavra, mais radioamador do que um PY, PR, PS, PT, PU, PV ou PW, que só opera via repetidora, embora este último ostente o título e a habilitação para executar o serviço de radioamador.

O universo do radioamador classe C é muito mais amplo do que isto. Em telegrafia, com potência de saída de 100 W, ele pode legalmente operar o mundo inteiro nas bandas de 15, 40 e 10 m. Nas mesmas bandas, utilizando RTTY ou ASCII ou Packet Radio, pode se comunicar com outros continentes (ver também Item 1.4).

Em 80 m, com uma boa antena vertical com plano de terra, dipolo V-invertido ou *delta loop* com refletor -, o radioamador pode operar vários continentes em SSB, AM ou CW. Conhecemos um radioamador paulista que, enquanto pertencia à classe C, faturou a maioria dos países europeus em 80 m, SSB, utilizando meramente um fio quase vertical, preso por meio de um fio de náilon a um alto prédio das proximidades (ver Item 7.15). Conhecemos outro que, utilizando dois *delta loops* devidamente defasados, operou estações européias em 80 m como se fossem locais. Essa faixa é pouco habitada, sempre tem espaço para mais um QSO e não sofre a interferência de estações grandes de radiodifusão como a faixa de 40 m.

Com o pico do ciclo solar 22 que atravessamos, as possibilidades de DX em 6 m poderão ser bem parecidas com as da faixa de 10 m. Mesmo se o radioamador classe C não conhecer telegrafia o suficiente para operar em CW nas faixas de 40, 15 e 10 m que lhe são franqueadas para este tipo de emissão, poderá complementar as atividades de fonia de 80 m com a faixa de 6 m. Dado o comprimento de onda mais curto, as dimensões de uma antena de 6 m são reduzidas, mesmo se for de alto ganho. Uma antena Yagi de cinco elementos para 6 m, com um comprimento de gôndola de menos de 4 m, e com elementos que não ultrapassam 3 m, apresenta um ganho de 11 dB, aumentando a potência irradiada sobre o alvo 12,6 vezes. Para verificar a existência de propagação em 6 m, procurar as emissões-piloto (ver Item 13.4).

Muitos radioamadores novatos ignoram que as atividades de 2 m não são restritas ao tipo de emissão 16F3 (freqüência modulada de faixa estreita), mas incluem 3A3J (SSB), além de A1 e A3 (telegrafia). Ainda mais: o verdadeiro amadorismo em 2 m é em SSB, atingindo grandes distâncias com pouca potência. O autor já fez várias experiências comparativas em 2 m entre FM e SSB, com as mesmas estações, na mesma hora e com potências iguais. Em vários casos, quando as possibilidades de contato estavam no limite, em FM só se ouvia o chiado, e em SSB a mensagem chegou compreensível.

Na operação por satélite[2], tanto as freqüências de entrada dos satélites (146 e 432 MHz) quanto as potências necessárias à sua operação (em geral 10 W de potência de saída do transmissor são suficientes) estão dentro das atribuições dos radioamadores classe C (ver Item 21.7). A multiplicidade de aspectos envolvidos (órbitas, horários, antenas, transmissão e recepção simultâneas, acompanhamento da variação da freqüência de retorno devido ao efeito Doppler etc.) contribui decisivamente para o treinamento do radioamador novato, o que constitui uma das finalidades principais de sua atividade.

Tendo sido comprovado que nenhum radioamador, de qualquer classe que seja, é obrigado a se restringir à faixa de 2 m FM, torna-se evidente que as limitações de ordem legal são apenas invocadas para justificar a inércia. Se existe uma lei que limite a atividade radioamadorística à faixa de 2 m modo FM, esta é a lei do menor esforço.

Acreditamos que o QSJ investido em uma dessas atividades radioamadorísticas diversificadas contribuirá muito mais para a satisfação pessoal e a auto-realização do radioamador do que um transceptor FM de 2 m adicional, que o radioamador nem necessita, mas adquire apenas para não ficar atrás do novo modelo do vizinho.

O radioamador, para sua plena realização dentro dos limites que sua classe de habilitação permite, deve dividir seu tempo entre operar e montar, entre HF e VHF, entre fonia, Packet Radio, CW, RTTY e SSTV, entre operação terrena e operação espacial etc. (ver Item 1.11). Dessa forma, ele poderá usufruir, plenamente, da maior parte possível das variadas opções que o radioamadorismo oferece.

21.6 O Direito à Antena

É bastante freqüente a controvérsia entre condômino e condomínio sobre a instalação de antena da estação de radioamador ou radio do cidadão. Por definição, o telhado é área de uso comum dos condôminos, sobre a qual todos têm o direito de co-posse, para utilizá-la para fins adequados.

O fato de alguns condôminos não terem nenhum uso útil para o telhado não significa que outros, para os quais ele tem finalidade útil, tenham perdido o direito de co-posse. Por outro lado, todos que desejam utilizar o telhado para fins úteis têm direitos de co-posse iguais, dividindo entre si, convenientemente, o uso do telhado.

2. Mais detalhes sobre a operação de satélites, ver Item 14.3 e Apêndice 12.

É natural que o condômino usuário do telhado seja responsável por todas as conseqüências de seu uso, seja infiltração, queda ou o que for, podendo cobrir este risco, se desejar, com um seguro adequado.

Como deve o radioamador condômino proceder para fazer uso de seu direito de co-posse? As diretrizes para o comportamento recomendável do radioamador, baseadas nas perguntas mais freqüentes, são as seguintes:

Como pedir autorização ao condomínio para poder instalar o sistema irradiante no telhado?

Nunca peça autorização ou permissão ao condomínio, ao síndico ou ao administrador para poder instalar sua antena. Qualquer atitude deste tipo poderia causar a falsa impressão de que a instalação dependeria do critério deles. A única licença de que o radioamador necessita para instalar sua antena é a licença da estação emitida pela autoridade competente. Qualquer condomínio, síndico ou administrador que "concede" ao radioamador "permissão" para instalar antena na área comum de condomínio do qual o amador faz parte está usurpando um direito que não lhe assiste.

Portanto, limite-se a comunicar ao condomínio que vai instalar (ou que já instalou) seu sistema irradiante. Não aceite, do condomínio, nenhuma permissão ou autorização para instalar suas antenas, pois a mera aceitação reconhece um direito inexistente de o condomínio concedê-la (e revogá-la quando quiser). Pode exigir, todavia, uma prova de que recebeu sua comunicação.

O que fazer se a assembléia dos condôminos quiser discutir o direito à antena?

Qualquer discussão a este respeito é pura perda de tempo. Com o mesmo esforço poderia discutir se permite a presença de bebês e crianças nos apartamentos (que podem perturbar o sossego dos outros condôminos). Pode também discutir a permissão de lenocínio no prédio, ou autorização para o uso de entorpecentes nos apartamentos. Essas matérias não são de competência do condomínio, e qualquer decisão da assembléia, divergente das leis do país, é nula de pleno direito.

O que fazer se certos condôminos procurarem associar o direito à antena a compromisso de não haver RFI?

Não deixe que seja estabelecida relação alguma entre RFI e o direito à antena. O direito à antena é seu, e não pode ser condicionado, a não ser a um direito igual de outro radioamador do mesmo condomínio. A RFI é um problema que deve ser resolvido conforme seus próprios méritos, em bases técnicas como as constantes no Capítulo 17, e não por meio de pressões reais ou fictícias.

E se houver outro radioamador no prédio?

A prática provou que os utilizadores de radiocomunicação sempre

encontram soluções técnicas que atendem aos interesses de todos e, em conseqüência, nunca soubemos de qualquer desentendimento entre proprietários de estações amadoras por motivo de localização de antenas. Ao contrário, ouvimos vários casos em que possuidores de sistemas irradiantes procuraram ajudar a resolver problemas de outros, permitindo o uso de suas torres de sustentação, das ancoragens dos estais etc.

21.7 A Definição da Pessoa do Operador e os Privilégios de Classe

Embora a definição da pessoa do operador pareça ser simples, o fato é que ela deu origem a falácias, publicadas até em revistas, o que, por sua vez, resultaram em polêmicas intermináveis.

A questão surgiu devido a *transponders* de satélite, repetidoras de banda cruzada, *digipeaters*, ou seja, repetidoras de Packet Radio. Como se sabe, os regulamentos de um número crescente de países liberaram para a classe novato as bandas de VHF e UHF, baseados no fato de que estas bandas, de alcance limitado, não podem causar interferências em âmbito internacional mesmo tendo operadores sem habilitação técnica. Assim, no Brasil, os radioamadores de classe novato (C) podem operar em freqüências acima de 50, em 1,8, e, como raridade mundial, também em 3,5 MHz, não podendo operar transmissões em fonia nas bandas de 28, 24, 21, 18, 14 e 7 MHz.

As falácias afirmam que isto significa que a voz deles não pode modular transmissores que emitem nas bandas acima, ou suas mensagens digitais não podem ser retransmitidas na banda de 20 m, na qual eles não tem privilégio nem sequer de transmitir em CW.

Para esclarecer a polêmica de uma vez, vamos definir quem é um operador de estação. É a pessoa que manobra o transmissor e é responsável pela freqüência de operação, pela potência utilizada, pela eventual geração de harmônicos ou espúrios etc.; é também responsável pelo conteúdo dos comunicados que ele ou quaisquer outras pessoas divulguem através de sua estação. Essas outras pessoas podem estar pessoalmente presentes em sua estação, enviar sua voz através de linha telefônica, enviá-la através de rádio VHF ou UHF, ou podem enviar em forma de minicassete.

Certamente nenhum dos leitores duvida de que, enviando sua voz por minicassete, o dono da voz não se tornará operador da estação. Da mesma forma, enviando sua voz ou mensagem digital por linha telefônica (*phone patch* ou *autopatch*), ou por onda de VHF ou UHF, ele não se tornará operador da estação que o retransmite, seja *transponder* de satélite modo A, seja repetidora terrena de banda cruzada 2/10 m, seja *digipeater* VHF/20m ou seja o que for.

A partir do que foi exposto acima fica óbvio que nenhum desses meios de envio à modulação torna o dono da voz operador de estação. Mesmo se ele falar mais alto, o que pode gerar espalhamento devido ao excesso de modulação, a responsabilidade de reduzir o ganho de modulação cabe ao operador da estação e não ao dono da voz.

Cada radioamador deve possuir habilitação para a freqüência, potência e tipo de emissão com os quais sua própria estação transmite. Se esta transmissão estiver sendo retransmitida por quem quer que seja, por qualquer estação, em qualquer freqüência e em qualquer potência, automaticamente ou não, isso não é de sua responsabilidade, nem tem coisa alguma a ver com as limitações de sua habilitação de radioamador.

O princípio básico que não devemos perder de vista é que as restrições de utilização de bandas de alcance maior a radioamadores habilitados em classes inferiores não foram motivadas pelo conteúdo dos comunicados (um radioamador classe novato pode apresentar QI mais alto do que um de classe amador extra), mas pelo padrão técnico que as estações devem manter nas bandas de alcance internacional. Aliás, este sistema, incorporado nos regulamentos brasileiros de radioamador há mais de meio século, nem parece ser o mais indicado.

Pelo sistema japonês, com exceção da banda de 20 m, todos os radioamadores podem operar em qualquer banda, mas os novatos estão limitados à potência de saída de 10 W e os de segunda classe a 100 W, exatamente para limitar o alcance de suas transmissões (ver Item 21.2).

Na Rússia, a diferenciação também é exclusivamente em potência entre as classes 1 e 2: classe 1 até 200 W e classe 2 até 50 W. Nas classes 3 e 4, todavia, além da limitação de potência (10 W e 5 W), há também limitação nas bandas a serem utilizadas, similar à classe novato do Brasil.

A desvantagem da diferenciação de privilégios por potência é a dificuldade de fiscalização indireta, pois uma intensidade de sinal elevada pode vir tanto da potência do transmissor como do ganho da antena. E a fiscalização direta é muito dispendiosa, especialmente quando o número de radioamadores é grande. Foi por isso que vários países, como o Brasil e os Estados Unidos, deram maior ênfase à diferenciação por bandas e sub-bandas, nas quais a fiscalização indireta é eficiente, especialmente se o sistema de indicativos de chamada é relacionado com a classe de habilitação do operador.

A grande diferença entre os sistemas brasileiro e norte-americano é que o primeiro veda o acesso aos operadores habilitados em classes mais baixas a bandas inteiras, enquanto o segundo, ao menos entre as classes geral, avançada e amador extra, nas bandas de 15, 20, 40 e 80 m, diferencia por sub-banda onde

pode transmitir. Com a proporção adequada entre as várias subfaixas de uma banda, a FCC garante, nas bandas de 15, 20 e 80 m, uma sub-banda de 25 kHz exclusivamente para os radioamadores classe amador extra, e mais subfaixas de 75, 50 e 75 kHz, respectivamente, nas três bandas, para as classes avançada e amador extra. Assim, embora os radioamadores habilitados para a classe geral possam operar no restante das respectivas bandas, eles não podem interromper comunicados de nível mais elevado nas sub-bandas destinadas aos radioamadores de classe mais elevada.

21.8 Prática Operacional em Fonia e Telegrafia

Um radioamador pode entrar no ar de quatro formas:

a. escuta se outro radioamador está fazendo chamada geral, chamada específica à sua área, ou chamada específica para sua estação, respondendo-lhe;

b. escuta intercâmbio de comunicados entre outras estações e, no intervalo, pede oportunidade para participar;

c. aguarda que dois ou mais radioamadores terminem seu comunicado, chamando um deles em seguida;

d. escuta se a freqüência está livre, e, em caso positivo, faz chamada geral, ou chamada específica para certa região, continente, país, cidade ou estação, conforme seu interesse.

Em todos os quatro casos, certas normas éticas devem ser obedecidas. Se um radioamador de Chicago está chamando CQ-Middle East, um radioamador brasileiro não deve responder, a não ser que tenha um QTC de urgência para Chicago. Se ouvir dois ou mais radioamadores fazendo experiência, não entrar na passagem de câmbio a não ser que tenha certeza absoluta de poder participar da experiência.

Mesmo quando a chamada geral parte da própria estação, certas regras de bom senso devem ser obedecidas. Após a óbvia verificação da livre freqüência, chama-se CQ CQ CQ de, seguido pelo indicativo da estação. Por exemplo: CQ CQ CQ de CT0FO CT0FO CT0FO. Pode-se repetir esta mensagem até três vezes.

Não se deve fazer chamadas longas com intermináveis CQ e muitas vezes o indicativo, já que o mais provável é que as estações que porventura nos escutam cansem de esperar e se retirem. É mais prático fazer chamadas curtas com intervalos de escuta freqüentes. Quando CQ é dirigido, acrescenta-se a zona geográfica à qual se pretende contatar: CQ DX ou CQ Pacífico, ou CQ Japão ou CQ-LU. Todavia, se fizer chamada geral sem especificar a região, o

radioamador não pode se recusar a atender uma resposta porque já tem muitos contatos confirmados com o país daquela estação.

O radioamador deve ser considerado cortês e atencioso em seus contatos. Esta cortesia inclui saber soltar o PTT do microfone. Há radioamadores participando em rodadas grandes que, depois de comunicar que vão fazer QRT, ainda seguram o PTT por meia-hora, ocupando o espectro de radiofreqüência e o tempo dos demais participantes sem ter mais nada a dizer de útil. Não devemos nos esquecer de que o espectro e o tempo são limitados, e se não temos comunicados para os outros radioamadores, devemos deixar espaço para aqueles que têm.

Não se procura ''furar fila''. Quando uma ''figurinha'' chama as estações por algarismo, por continente ou por país deve aguardar a sua vez e não aproveitar os intervalos de espera de respostas para dar seu indicativo fora da ordem estabelecida.

De que consta um comunicado?

Para um comunicado bilateral ser válido para concursos, diplomas etc., é necessário que as duas estações tenham trocado os indicativos e as reportagens de uma forma correta. Entretanto, este tipo de comunicado somente ocorre com estações especiais ou durante os contestes. Em situações normais, o comunicado é um pouco mais longo. Costuma-se indicar o nome, a localização geográfica do operador, uma pequena explicação do equipamento utilizado, da antena e das condições meteorológicas do momento. Deve-se utilizar uma linguagem clara, bem como as abreviaturas geralmente aceitas. A conversação deve ser de forma fluida e concisa, evitando as pausas e repetições desnecessárias.

Quando o comunicado se realiza em um horário em que a faixa está vazia, não há limitação de tempo para o comunicado, e pode-se abordar quaisquer assuntos de interesse comum, exceto os proibidos, como política, religião e negócios.

O melhor método para o principiante acostumar-se com as técnicas operacionais é ficar escutando nas faixas, não a esmo, mas procurando ouvir aquelas estações cujos operadores demonstram tirocínio e competência na matéria.

Se o radioamador dominar línguas estrangeiras, não há motivo para não utilizá-las, quer em comunicados internacionais, quer com estações de seu próprio país. Não há, porém, necessidade de dominar outras línguas para contatos internacionais. Muitas vezes encontram-se alemães, japoneses, norte-americanos e uruguaios falando perfeitamente o português. E mesmo se o outro operador não fala sua língua, basta ter um vocabulário de trezentas palavras

para realizar um bom comunicado. Esta técnica não é somente nossa. Muitas vezes realizamos um excelente comunicado com estação japonesa, em inglês, mas, quando abordamos um assunto que cai fora do vocabulário de trezentas palavras, a estação alega QRM muito forte, a ponto de não poder mais copiar, e pede liberdades (estas palavras constam do vocabulário).

Para os operadores de telegrafia, a questão de línguas é muito mais fácil, pois praticamente tudo tem abreviação, e as abreviações são internacionais. Assim; pode-se realizar um comunicado sem utilizar uma só palavra completa, a não ser o nome do operador e a cidade na qual opera.

Por exemplo:

- CQ CQ CQ DE CT3AG CT3AG CT3AG K
- CT3AG DE PY2ATL PY2ATL AR K
- PY2ATL DE CT3AG GRATO OP MANUEL
- RST 599 QTH FUNCHAL AR PY2ATL DE CT3AG K
- CT3AG DE PY2ATL QSL RST 589 OP AFONSINA
- QTH ITANHAÉM AR CT3AG DE PY2ATL K
- PY2ATL DE CT3AG QSL QSL GTO PELO QSO QSL VIA BURO BONS DX 73 SK PY2ATL DE CT3AG K
- CT3AG DE PY2ATL GTO 73 SK

Quando se trabalha em CW, é importante manipular corretamente os sinais. Nunca se deve transmitir a uma velocidade superior à que é capaz de manipular corretamente. Um principiante não deve ter vergonha de pedir à outra estação que transmita mais devagar. Nenhum operador experimentado apresentará objeção em reduzir sua velocidade. Quando se aprende telegrafia, o melhor é utilizar um manipulador comum manual. Quando se tem uma certa experiência e se é capaz de transmitir corretamente, pode-se recorrer aos manipuladores automáticos.

Quem opera em telegrafia, nunca se deve esquecer da possibilidade de melhorar. Observar sempre possíveis erros e tratar de eliminá-los. Às vezes existe alguma letra que se transmite ou se recebe mal, alguma tendência a juntar caracteres que deveriam estar separados, ou combinações habituais que custam trabalho transmitir corretamente. Cada operador tem seu estilo particular, sua "assinatura", da mesma forma como os submarinos são reconhecidos pelo som que emitem, ou os operadores de fonia são reconhecidos pela sua voz, antes de declinar seu indicativo de chamada. Assim sendo, pessoas experimentadas em telegrafia facilmente distinguem um operador pela sua forma de manipular, mesmo com manipulador automático. Entretanto, essas diferenças que distin-

guem cada pessoa não devem ser tão grandes que impeçam a recepção pelos demais.

A técnica mais moderna de operar telegrafia é o sistema *semi duplex* conhecido também como *full automatic break in*. Ele consiste na recepção pelo operador enquanto o manipulador de transmissão não está apertado. Exige um transceptor com possibilidade de comutação muito rápida, já que continuamente está sendo comutado. Normalmente esta técnica somente é possível quando se dispõe de um transmissor e um receptor separados. A maioria dos transceptores antigos não é capaz de funcionar com este sistema, já que os tempos de retardo dos relés de comutação não o permitem. Transceptores recentes, todavia, já estão equipados com comutadores transmissão/recepção eletrônicos, com tempo de comutação ao redor de 25 ms, que permitem operar com *full break in*, como aliás consta em suas especificações técnicas.

Deve-se lembrar, neste ponto, que a grande maioria dos amplificadores lineares está equipada com relé PTT eletromecânico, com tempo de comutação muito maior, e pode causar danos quando operado com *full break in*. Assim é recomendável utilizar o transceptor *barefoot*, isto é, sem amplificador linear, quando se opera *full break in*. Se for absolutamente necessário utilizar amplificador linear, é preciso utilizar *semi break in*, com tempo de comutação equivalente ao VOX-control.

Com a utilização de *full break in*, não é necessário fazer câmbios muito freqüentes, já que se escuta imediatamente quando outra estação chama. Quando se escuta BK em uma transmissão, pode-se interrompê-la transmitindo simplesmente um grupo de pontos ou um traço. Como o operador escuta entre sua transmissão, imediatamente parará e passará o câmbio.

Para complementar a analogia acima citada, podemos dizer que, com exceção do tempo de comutação que é mais curto, o *full break in* em telegrafia é operacionalmente equivalente ao VOX-control em fonia, que também está em recepção nos intervalos de transmissão.

Ambos os sistemas, o VOX-control em fonia e o *full break in* em telegrafia são muito práticos, pois o operador reduz seu tempo de câmbio, percebendo imediatamente quando a estação interlocutora tem alguma observação, algum comentário, alguma pergunta ou quando não está sendo recebido corretamente por qualquer motivo. São excelentes sistemas para serem operados, porém não são recomendáveis a principiantes, só a radioamadores experimentados.

21.9 Como ''Faturar'' muitos Países?

As melhores oportunidades para ''faturar'' muitos países são as participações em concursos internacionais de tradição, como, entre outros, o International DX Contest, o WPX, o WTD (World Telecommunication Day - Dia Mundial de Telecomunicações), o IARU Radiosport Championship, o WAE (Worked All Europe), All Asian, o CQWW (CQ World Wide), e o 10-meter Contest, nos quais radioamadores de quase todo o mundo participam.

Há, todavia, muitos ''países'' que somente vêm sendo ativados raramente, por não serem habitados e não disporem de infra-estrutura. As oportunidades para faturar ''figurinhas'' são as DXpedições, anunciadas com antecedência nas revistas e nos *DX-newsletters* especializados, bem como nos boletins informativos das associações de radioamadores.

Quando essas oportunidades aparecem, radioamadores do mundo inteiro procuram contato com os expedicionários. Como conseguir o QSO entre milhares de estações chamando ao mesmo tempo, nos *pile ups*?

A resposta não é fácil nem simples. Damos a palavra a uma das maiores autoridades na matéria, ao Dr. Ariosto R. de Souza, PT2BW, vice-presidente da LABRE, que também se encontra em posição de muito destaque no Honor Roll do DXCC. Eis os conselhos do *expert*:

Você sabe enfrentar um *pile-up* de DX? Como conseguir aquela ''figurinha'' que você precisa sem tumultuar a freqüência e sem prejudicar os demais colegas? Evidentemente, estas perguntas são dirigidas aos novatos e àqueles que mais recentemente se aventuram na caça de países novos para o DXCC e outros diplomas. Sem ter a pretensão de querer ensinar ninguém ou criticar o procedimento de quem quer seja, aí vão algumas ''dicas'', fruto da minha observação pessoal no trato do assunto, por mais de 25 anos, e certamente responsáveis pelo meu atual escore de 335 países já creditados no DXCC e que me asseguram permanência no Honor Roll, a duas posições do *top*:

1. Ouça atentamente a estação de DX, de modo especial suas instruções a respeito da freqüência onde esteja escutando, sobre se está trabalhando por áreas de chamada, por continentes, por determinado país etc. Particularmente, aconselho evitar a tentação de obter tais informações perguntando a outros colegas na freqüência de operação da estação de DX, porquanto isso pode eventualmente atrapalhar a recepção de outro operador para quem a ''figurinha'' esteja voltando.

2. Ao fazer a chamada, transmita seu indicativo completo, apenas uma vez, e passe à escuta. Se você já chama assim em telegrafia, por que não fazê-lo também em fonia? Evite transmitir apenas o prefixo ou apenas o sufixo do seu indicativo (a menos que a estação de DX assim o instrua). Essa prática indesejável consome mais tempo do operador em completar o registro no *log*, sendo bom ressaltar que a emissão apenas do sufixo tem o inconveniente

de o operador ficar obrigado a preencher o *log* da direita para a esquerda. Lembre-se de que a grande maioria das pessoas escreve da esquerda para a direita.

3. Antes de fazer sua chamada, permita-se esperar cerca de dois ou três segundos após a estação dizer "QRZ?". Isso lhe dará mais chances de ser ouvido, uma vez que, àquela altura, o *pile-up* terá diminuído. Se você estiver operando com baixa potência, é bom lembrar de que não adianta mencionar a sua condição de QRP. Se a estação de DX pode ouvir a menção a QRP, pode igualmente captar o seu indicativo; portanto, só este deve ser transmitido.

4. Na operação *split*, evite chamar simultaneamente *zero beat* na freqüência de outro colega que também esteja chamando a estação de DX, pois, medindo forças com o outro, você corre o risco de não trabalhar a "figurinha" e ainda prejudicar o colega. Evite também permanecer muito tempo chamando na mesma freqüência. É melhor verificar previamente os hábitos do operador e fazer a sua chamada ligeiramente acima ou abaixo (conforme o caso) da última que você escutou trabalhar a "figurinha". Chamar exatamente na mesma freqüência, na maioria das vezes não dá certo. Contudo, se o *pile-up* é extremamente intenso, convém chamar nas extremidades do segmento de faixa indicado para a escuta, longe, portanto, do amontoado de estações.

5. Na operação a *transceiver* (monofreqüência), antes de fazer uma segunda chamada, conceda uma espera de dois ou três segundos a fim de ouvir para quem o operador de DX está voltando. Se você continua chamando insistentemente, estará prejudicando os demais e correrá o risco de não escutar a resposta que poderá inclusive ser para você mesmo. É preciso paciência, autodisciplina e senso de oportunidade nas ocasiões em que haja muitos colegas locais tentando o QSO, a fim de não afugentar a estação de DX com o tremendo QRM causado. Em tal situação é sumamente prejudicial "medir forças" com outros colegas.

6. Soletre corretamente o seu indicativo, com o alfabeto fonético da ICAO/NATO. Evite fonéticos jocosos ou pouco compreensíveis, tais como *black/white*, *brandy/whiskey*, *boogie/woogie*, *bier/wangen*, *bacon/wheat* e coisas parecidas. Particularmente, desaconselho até mesmo a utilização de fonéticos geográficos. Manter-se ativo nas faixas de DX, chamando "CQ" (em vez de ficar permanentemente escutando), ajuda a tornar o seu indicativo familiar aos demais operadores e poderá ajudar no reconhecimento de sua chamada.

7. Se a estação de DX chama por outra com o indicativo terminado em *Z*, você só deve responder a esse chamado se efetivamente o seu terminar em "Z"; caso contrário, estará indesejavelmente atrapalhando os outros e correndo o risco de afugentar a "figurinha". Tenho notícia de bons operadores que mantêm uma "lista negra" de colegas que infringem esta norma. Mesmo que façam o contato, jamais receberão o QSL da estação de DX.

21.10 Aterramento da Estação

Há, infelizmente, muitos radioamadores que confundem o plano de terra, parte do sistema irradiante descrito no Item 7.12 (que no caso de VHF/UHF freqüentemente se encontra até a vários metros de altura), com o

aterramento da estação, que é destinada a manter todos os seus equipamentos em potencial zero para radiofreqüência. Há um caso no qual o plano de terra e o aterramento são os mesmos. O radioamador que opera ondas curtas com monopolo vertical a bordo de uma embarcação tem no mar de água salgada simultaneamente plano de terra e aterramento. Em todos os outros casos, o aterramento independe do plano de terra dos monopolos verticais.

Para perceber a insufiência do aterramento da estação, não é necessário chegar ao ponto do microfone queimar a mão do radioamador, durante a transmissão. Basta ligar o sensor de um refletômetro ao chassi do transmissor ou do amplificador linear, usando-o como indicador, para perceber a presença de radiofreqüência onde não deve existir.

O radioamador que tem sua estação em casa térrea, pode fazer boa terra com conexão relativamente curta. Ele bate no chão barras de aterramento (de aço cobreado, com ponta cônica, encontradas em lojas de eletricidade), ou enterra radiadores velhos, ligando-os, com solda dura (não com estanho!), a uma malha grossa que vá à estação (a diferença de potencial galvânico entre cobre e estanho causaria corrosão eletrolítica na presença de umidade).

A condutividade da terra ao redor desses eletrodos de aterramento pode ser melhorada, misturando à terra pó de carvão ou produtos químicos específicos em base de sulfato de cobre (Laborgel).

O problema de aterramento é mais difícil para o radioamador cuja estação é no andar superior do sobrado, ou, ainda pior, do prédio de apartamentos, devido ao comprimento do condutor até a terra, que fica muitas vezes na ordem de grandeza dos comprimentos de onda utilizados. O primeiro passo é interligar os chassis de todos os equipamentos da estação com malha curta e grossa. Para fazer parte do sistema (e reduzir os caminhos à terra), ligamos esta malha ao neutro da rede elétrica bifásica ou lado terra da monofásica já aterrada, conforme descrito no Item 19.3.

Quando os encanamentos do prédio são de ferro galvanizado (água fria) ou de cobre (água quente), deve-se interligar as entradas e as saídas de cada caixa d'água, ou recipiente, a uma malha ou fio grosso, para garantir a continuidade do aterramento ao longo de toda a rede de água.

Uma ligação de um quarto de onda na freqüência de operação entre a estação e a terra vale tanto quanto nada, pois sua impedância, sendo zero no terra, fica infinita na estação:

$$Z = \sqrt{\frac{Z_0^2}{0}} = \infty$$

onde Z_0 é a impedância característica do cabo.

A linha funciona como transformador de impedâncias, refletindo a impedância. Neste caso, o indicado é usá-lo exatamente no sentido contrário. Deixando seu outro extremo isolado, oferecerá impedância baixa na estação, em outras palavras, funcionará como terra artificial[3].

$$Z = \sqrt{\frac{Z_0^2}{\infty}} = 0$$

Deixando no ar fios de um quarto de onda para todas as freqüências de operação de nosso interesse, levaremos o potencial de radiofreqüência dos chassis fora da estação (porém ele estará presente nos outros extremos dos condutores).

Conforme mencionamos no início deste Item, somente em casos excepcionais, como em estações de ondas curtas com monopolos verticais instalados em embarcações, o mesmo sistema de aterramento faz parte do plano de terra (ver Item 7.12). Todavia, em outros casos, como da de antenas Windom (ver Item 7.14) ou monopolos verticais (ver Item 7.15) instalados em apartamentos, o sistema de aterramento preenche precariamente a função de contrapeso (*counterpoise*), com efeito balanceador sobre o sistema irradiante, ou seja, uma função similar ao do plano de terra.

3. Mais detalhes sobre terra artificial, ver Item 5.13.

APÊNDICES

1. DX CENTURY CLUB (DXCC)

1.1 O Que devemos saber sobre DXCC

Colaboração do Dr. Ariosto R. de Souza, PT2BW – Vice-Presidente da LABRE

O diploma DXCC da ARRL é considerado como uma das maiores honrarias de mérito operacional no âmbito da prática radioamadorística. Sem dúvida, é o diploma mais conhecido internacionalmente, o mais divulgado, o de maior prestígio e o mais ambicionado pelos radioamadores amantes do DX no mundo inteiro. Esses fatores são um testemunho fiel de sua integridade. Existem outros diplomas, expedidos por sociedades de amadores, em cujas normas há pontos de semelhança com o DXCC da ARRL; nenhum deles, todavia, o superou em notoriedade e popularidade. Para o radioamador "dexizista", possuir o diploma DXCC significa deter um referencial de distinção entre os companheiros de *hobby*; significa, também, fazer parte de um clube seleto de operadores de primeira linha, mais capazes em termos de habilidade operacional, numa ou em várias modalidades.

A credibilidade do DXCC e a sua marcante superioridade entre os diplomas do gênero resultam basicamente da filosofia que rege a sua emissão, completamente divorciada de envolvimentos com interesses de natureza comercial, tendo por base única o reconhecimento do alto padrão ético-operacional dos seus requerentes. A despeito do elevado custo da administração e controle, o DXCC é expedido gratuitamente àqueles que o solicitarem e hajam satisfeito os normativos regulamentares pertinentes.

Outro diferenciador importante do DXCC diz respeito ao "Código de Ética Operacional", de cumprimento obrigatório entre os seus membros. Exige-se dos diplomados pelo DXCC um elevado espírito de honestidade, de correção, de camaradagem e desportividade na prática do DX. A transgressão desse código, de forma continuada, poderá resultar em inapelável desqualificação e exclusão do faltoso, por ato do Comitê de Diplomas da ARRL. Esses princípios de ética abrangem igualmente as práticas relacionadas com o envio de QSL para o crédito do diploma. Confirmações QSL alteradas ou forjadas sujeitam seus remetentes às mesmas penalidades. Do mesmo modo, o Código de Ética Operacional tem repercussão junto a outros operadores, que venham apresentando irregularidades ponderáveis no pagamento de QSL ou tenham demonstrado baixo padrão operacional - mesmo que não pertençam ao DXCC. Neste caso, quando aplicáveis, as sanções podem determinar o cancelamento de créditos relativos a contatos via rádio com tais indivíduos.

Historicamente, o DXCC teve início em setembro de 1937, tendo por base uma relação de países publicada na edição de janeiro daquele ano na revista *QST*. As regras então vigentes eram compatíveis com as condições técnicas e com a arte do radioamadorismo da época. Posteriormente, com o avanço tecnológico no campo das comunicações, as normas do DXCC receberam os necessários acréscimos e adequações para manter o clima de competitividade, que é uma de suas facetas mais interessantes, bem como para garantir o interesse despertado entre radioamadores do mundo todo.

As vastas mudanças ocorridas no cenário político internacional após a Segunda Guerra Mundial determinaram, do mesmo modo, ajustamentos significativos nas normas do DXCC; um comentário a respeito disso foi publicado na edição de dezembro de 1945 da revista *QST*. No pós-guerra, seguindo-se a estudo de revisão levado a efeito pela ARRL, que durou mais de um ano, surgiram a nova lista de países e o novo regulamento do diploma (publicados, respectivamente, nas edições da *QST* em fevereiro e março de 1947), validando confirmações de contatos a partir de 15 de novembro de 1945 - data estabelecida pelas autoridades de comunicações dos Estados Unidos para reinício de operações dos radioamadores norte-americanos.

Hoje em dia, o regulamento do DXCC incorpora várias mudanças ditadas pela experiência adquirida na administração do diploma na era do pós-guerra. As alterações mais significativas tratam sobretudo dos critérios para inclusão e exclusão de países, da definição de inelegibilidade e também do estabelecimento de padrões e preceitos para legitimação e para validação das expedições de DX. Alguns países foram incluídos por razões de reconhecimento de autonomia governamental, ou, ainda, por motivo de separação territorial por água ou por outro país, dentro de certos limites; outros foram excluídos por razões de anexação ou unificação a outro país, ou, ainda, por motivos de partição territorial ou de independência. Contudo, a maioria dos países da lista original ainda atende ao regulamento correspondente e não foi afetada pela dinâmica das mudanças políticas.

O diploma DXCC é expedido em doze modalidades diferentes, descritas a seguir, além do "DXCC Honor Roll":

a. Mixed (Misto): são aceitas confirmações de contatos, em qualquer modo operacional, a partir de 15 de novembro de 1945;

b. Phone (Fonia): os contatos devem ser feitos em qualquer modalidade de radiotelefonia, a partir de 15 de novembro de 1945. Confirmações QSL indicando modo cruzado (*cross-mode*) só poderão ser aceitas para crédito se o QSO houver sido realizado em data anterior a 1º de outubro de 1981;

c. CW (telegrafia): são válidos os contatos feitos em CW a partir de 1º

de janeiro de 1975. Confirmações QSL indicando modo cruzado só poderão ser aceitas para crédito se o QSO houver sido realizado em data anterior a 1º de outubro de 1981;

d. RTTY (Radioteletipo): os contatos devem ser feitos em radioteletipo, a partir de 15 de novembro de 1945. Confirmações QSL indicando modo cruzado só poderão ser aceitas para crédito se o QSO houver sido realizado em data anterior a 1º de outubro de 1981;

e. 160 Meter (160 m): os contatos devem ser feitos na faixa de 160 m, a partir de 15 de novembro de 1945;

f. 80 Meter (80 m): os contatos devem ser feitos na faixa de 80 m, a partir de 15 de novembro de 1945;

g. 40 Meter (40 m): os contatos devem ser feitos na faixa de 40 m, a partir de 15 de novembro de 1945;

h. 10 Meter (10 m): os contatos devem ser feitos na faixa de 10 m, a partir de 15 de novembro de 1945;

i. 6 Meter (6 m): os contatos devem ser feitos na faixa de 6 m, a partir de 15 de novembro de 1945;

j. 2 Meter (2 m): os contatos devem ser feitos na faixa de 2 m, a partir de 15 de novembro de 1945;

k. Satellite (Satélite): os contatos devem ser feitos com a utilização de satélites, a partir de 1º de março de 1965;

l. Five-band DXCC (5BDXCC): o diploma 5BDXCC pode ser requerido mediante comprovação QSL de cem países em cada uma das faixas de 10, 15, 20, 40 e 80 m. São válidos apenas QSO realizados a partir de 1º de janeiro de 1969. Esse diploma pode ser adicionalmente endossável para as faixas de 160, 17, 12, 6 e 2 m, mediante comprovação de cem novos países confirmados em cada uma delas;

m. Honor Roll (Lista de Honra): obter a condição de estar listado no Quadro de Honra do DXCC (Honor Roll) significa para o radioamador haver atingido o ponto mais alto de realização no campo do DX. Esse feito só é aplicável, atualmente, aos portadores do DXCC nas modalidades Mixed, Phone e CW. Para figurar no quadro de honra é preciso que o membro do DXCC possua um total de países devidamente creditado, cujo número se situe entre as dez mais altas posições da lista corrente de países, excluídos os *deleted countries*. Por exemplo: enquanto a lista corrente do DXCC contiver 324 países, é necessário que o radioamador tenha creditado um total de 315 países, ou mais, para obter a distinção de figurar no Honor Roll. Esta regra vale atualmente apenas para as modalidades Mixed e Phone; em relação ao diploma

CW, a contagem se faz de forma semelhante, porém, tendo como referência máxima o total de países obtido pelos membros com a maior contagem.

Informações gerais sobre o diploma DXCC

O requerimento inicial do DXCC deve ser formalizado em modelos padronizados oficiais, obteníveis junto à sede da ARRL, aos quais juntar-se-ão os QSL de pelo menos cem países, assim considerados os que estão indicados na lista corrente e no rol dos *deleted countries*.

Para terem validade, os QSL deverão atender cumulativamente às seguintes exigências:

a. conter obrigatoriamente os indicativos de chamada das estações envolvidas no contato bilateral, o nome do país onde se localiza a estação trabalhada, a data e a hora do QSO, o modo operacional e a faixa de freqüência utilizados;

b. ser objeto de contatos utilizados nas faixas autorizadas de amadores e feitos com estações de radioamador devidamente licenciadas, ou com outras estações licenciadas ou autorizadas a trabalhar radioamadores;

c. resultar de QSO levado a efeito sem auxílio de repetidoras ou de qualquer outro método de retransmissão de potência (exceção apenas no caso de modalidade Satellite);

d. não se encontrar a data do QSO compreendida por eventual período de tempo em que as operações de radioamadores tenham estado suspensas temporariamente ou mantidas proibidas, por ato do governo[1] de qualquer um dos dois países envolvidos na comunicação;

e. não se referirem a contatos com estações instaladas em navios e barcos (mesmo ancorados em portos) ou aviões. São aceitáveis apenas os QSL de estações em terra;

f. terem sido os QSO realizados a partir de um mesmo país e pelo mesmo operador permissionário da licença da estação, ainda que sob diferentes indicativos de chamada.

Aos detentores de DXCC são garantidos selos de endosso, para afixação no diploma, observadas as seguintes condições:

a. nas modalidades Mixed, Phone, CW, RTTY e 10 Meter, é concedido

1. Autoridades governamentais de alguns países, a despeito das proibições mencionadas, têm emitido licenças em caráter absolutamente excepcional, que são válidas e aceitas para fins do DXCC.

um selo a cada exato múltiplo de 25 países creditados, no segmento entre 100 e 250 países; é concedido um selo a cada exato múltiplo de dez países creditados, no segmento entre 250 e 300 países; é concedido um selo a cada exato múltiplo de cinco países, no segmento acima de 300 países;

b. nas modalidades 160 Meter, 80 Meter, 40 Meter, 6 Meter, 2 Meter e Satellite, é concedido um selo a cada exato múltiplo de dez países creditados, no segmento entre cem e duzentos países; é concedido um selo a cada exato múltiplo de cinco países, no segmento acima de duzentos países.

Toda a correspondência sobre o diploma, pedido de informações ou de formulários próprios e o requerimento das várias modalidades de DXCC (inclusive os QSL), deve ser encaminhada para a ARRL HEADQUARTERS, DXCC Desk, 225 Main Street, Newington, CT 06111, USA.

1.2 Os Critérios para Inclusão de País na Lista do DXCC

Em aditamento à excelente exposição do Dr. Ariosto R. de Souza, PT2BW, vou apresentar os principais critérios para qualificação de país para o DXCC.

Há quatro critérios aplicáveis:

a. Governo soberano

O país deve ter território definido e população definida, organizada e controlada por um único regime exclusivo, com capacidade de manter relações internacionais e cumprir obrigações conforme as leis internacionais.

Ser membro das Nações Unidas pode constituir um indicador, porém há países reconhecidos por muitos membros das Nações Unidas sem que sejam igualmente membros (por exemplo, a Suíça - HB). Existem, também, ao contrário, nações-membros das Nações Unidas que não estão sendo reconhecidas como soberanas por um determinado número de membros (por exemplo: Israel 4X4, pela maioria dos países árabes).

Adicionalmente, o aspecto "soberania", para efeito do DXCC, pode ser suprido pela ocorrência de certas condições, tais como:

• ser membro de agências especializadas das Nações Unidas, como a UIT;

• fazer uso de prefixos alocados ou simplesmente autorizados pela UIT;

• manter relações diplomáticas com apoio de embaixadas e consulados (por exemplo, a Soberana Ordem Militar de Malta 1A0), ou manter tropas permanentes (por exemplo, as bases aeronavais do Reino Unido em Chipre - ZC4, ou a base naval norte-americana em Guantânamo - KG4);

• possuir regulamentos de comércio exterior, alfândega, imigração, licenças para aterrissagens e decolagens, emissão de moeda e selos de correio próprios (por exemplo, Andorra - C3, ou Liechtenstein - HB0).

b. Separação por água

Ilha ou grupos de ilhas distantes, no mínimo, 225 milhas terrestres do continente, ou de outras ilhas que fazem parte do país do DXCC a que legalmente pertencem.

Para que, adicionalmente, outras ilhas de um grupo se qualifiquem como países separados, é necessário que, além da distância mínima de 225 milhas terrestres do país considerado originalmente, haja uma distância mínima de 500 milhas terrestres entre si (assim, por exemplo, as ilhas de Trindade e Martim Vaz contam só como um único país).

c. Separação por outro país reconhecido pelo DXCC

Se um país é separado em partes por um outro país reconhecido pela DXCC, e seus pontos mais próximos distam 75 milhas terrestres ou mais, ele é considerado como dois países distintos para o DXCC. A separação pode incluir águas internacionais, sem afetar a distância mínima. Se ela inclui águas internacionais, estas águas não contribuem com sua extensão para perfazer a distância mínima de 75 milhas terrestres.

Se duas ilhas estão separadas por um país reconhecido pelo DXCC, seja península, seja outra ilha, de forma que nenhum ponto de uma ilha possa ser ligado a qualquer ponto de outra ilha sem passar pelo país interveniente, as duas ilhas são consideradas como países separados, mesmo se o país DXCC interveniente for parte de uma das ilhas.

d. Áreas inelegíveis

São inelegíveis para o DXCC:

• áreas não reclamadas por nenhum governo reconhecido;

• zonas desmilitarizadas, neutras ou de separação (*buffer*);

• embaixadas, consulados, outras representações com extraterritorialidade, monumentos, escritórios de agências das Nações Unidas, outras organizações internacionais ou missões diplomáticas.

Lista de Países para o DXCC da ARRL

Prefixos	Países
A2	Botswana
A3	Tonga
A4	Oman
A5	Bhutan
A6	United Arab Emirates
A7	Qatar
A9	Bahrain
AP-AS	Pakistan
BV	Taiwan
BY, BT, BZ	China
C2	Nauru
C3	Andorra
C5	The Gambia
C6	Bahamas
C8-9	Mozambique
CE-XQ-3G	Chile
CE9/KC4	Antarctica
CE0A	Easter Island
CE0X	San Felix
CE0Z	Juan Fernandez
CM CO	Cuba
CN	Morocco
CP	Bolivia
CT	Portugal
CT3	Madeira Islands
CU	Azores
CV-CX	Uruguay
CYO	Sable Island
CYO	St. Paul Island
D2-3	Angola
D4	Cape Verde
D6	Comoros
DA-DL	Germany
DU-DZ	Philippines
EA-EH	Spain
EA6-EH6	Balearic Islands
EA8-EH8	Canary Islands
EA9-EH9	Ceuta & Melilla
EI-EJ	Ireland
EL	Liberia
EP-EQ	Iran
ET	Ethiopia
F	France
FT8W	Crozet
FT8X	Kerguelen Islands
FT8Z	Amsterdam & St. Paul Islands
FG	Guadeloupe
FJ, FS	Saint Martin
FH	Mayotte
FK	New Caledonia
FM	Martinique
FO	Clipperton Island
FO	French Polynesia
FP	St. Pierre & Miquelon
FR/G	Glorioso Islands
FR/J, E	Juan de Nova, Europe

Prefixos	Países
FR	Reunion
FR/T	Tromelin
FW	Wallis & Futura Islands
FY	French Guiana
G	England
GD	Isle of Man
GI	Northern Ireland
GJ	Jersey
GM	Scotland
GU	Guernsey & Dependencies
GW	Wales
H4	Solomon Islands
HA, HG	Hungary
HB	Switzerland
HB0	Liechtenstein
HC-HD	Ecuador
HC8-HD8	Galapagos Islands
HH	Haiti
HI	Dominican Republic
HJ-HK	Colombia
HK0	Malpelo Island
HK0	San Andres & Providencia
HL	Korea
HO-HP	Panama
HQ-HR	Honduras
HS	Thailand
HV	Vatican
HZ	Saudi Arabia
I	Italy
IS0, IM0	Sardinia
J2	Djibouti
J2/A	Abu Ail, Jabal at Tair
J3	Grenada
J5	Guinea-Bissau
J6	St. Lucia
J7	Dominica
J8	St. Vincent & Dependencies
JA-JS	Japan
JD1	Minami Torishima
JD1	Ogasawara
JT-JV	Mongolia
JW	Svalbard
JX	Jan Mayen
JY	Jordan
K, W, N, AA-AK	USA
KC6	Belau (W. Caroline Islands)
KG4	Guantanamo Bay
KH1	Baker, Howland Island
KH2	Guam
KH3	Johnston Island
KH4	Midway Islands
KH5	Palmyra, Jarvis Island
KH5K	Kingman Reef
KH6	Hawaiian Islands

Prefixos	Paises
KH7	Kure Island
KH8	American Samoa
KH9	Wake Island
KH0	Mariana Islands
KL7	Alaska
KP1	Navassalsland
KP2	Virgin Islands
KP4	Puerto Rico
KP5	Desecheo Island
LA-LN	Norway
LO-LW	Argentine
LX	Luxembourg
LZ	Bulgaria
OA-OC	Peru
OD	Lebanon
OE	Austria
OF-OI	Finland
OH0	Aland Islands
OJ0	Market Reef
OK-OM	Czechoslovakia
ON-OT	Belgium
OX	Greenland
OY	Faroe Islands
OZ	Denmark
P2	Papua New Guinea
P4	Aruba
PA-PI	Netherlands
PJ2, 4, 9	Bonaire, Curaçao (Netherlands Antilles)
PJ5, 8	St. Maarten, Saba, St. Eustatius
PP-PY, ZV-ZZ	Brazil
PY0F	Fernando de Noronha
PY0S	St. Peter & St. Paul Rocks
PY0T	Trindade & Martin Vaz Islands
PZ	Suriname
S2	Bangladesh
S7	Seychelles
S9	Sao Tome & Principe
S0	Western Sahara
SA-SM	Sweden
SN-SR	Poland
ST, 6T	Sudan
ST0	Southern Sudan
SU	Egypt
SV-SZ	Greece
SV5	Dodecanese
SV9	Crete
SV/A	Mount Athos
T2	Tuvalu
T30	West Kiribati (Gilbert Islands)
T31	Central Kiribati (Brit. Phoenix Island)
T32	East Kiribati (Line Islands)
T33	Banaba (Ocean Island)
T5	Somalia
T7	San Marino
Ta-TC	Turkey
TF	Iceland
TG, TD	Guatemala
TI, TE	Costa Rica
TI9	Cocos Island
TJ	Cameroon
TK	Corsica
TL	Central African Republic
TN	Congo
TR	Gabon
TT	Chad
TU	Ivory Coast
TY	Benin
TZ	Mali
UA1, 3, 4, 6	European Russian Soviet Federated Socialist Republic
UA2	Kaliningrad
UA9, 0	Asiatic Russian Soviet Federated Socialist Republic
UB, UT, UY	Ukraine
UC	Byelorussia
UD	Azerbaijan
UF	Georgia
UG	Armenia
UH	Turkmenistan
UI	Uzbekistan
UJ	Tadzhikistan
UL	Kazakhstan
UM	Kirghizia
UO	Moldavia
UP, LY	Lithuania
UQ, YL	Latvia
UR, ES	Estonia
V2	Antigua & Barbuda
V3	Belize
V4	St. Christopher & Nevis
V6	Federated States of Micronesia (East Caroline Islands)
V7	Republic of Marshall Island
V8	Brunei
VE, VO, VY	Canada
VK	Australia
VK	Lord Howe Island
VK9N	Norfolk Island
VK9T	Willis Island
VK9X	Christmas Island
VK9Y	Cocos-Keeling Island
VK9Z	Mellish Reef
VK0	Heard Island
VK0	Macquarie Island
VP2E	Anguilla
VP2M	Montserrat
VP2V	Brit. Virgin Islands
VP5	Turks & Caicos Islands
VP8	Falkland Islands
VP8	South Georgia Islands
VP8	South Orkney Islands
VP8	South Sandwich Islands
VP8, CE9, LU	South Shetland Islands
VP9	Bermuda

Prefixos	Países	Prefixos	Países
VQ9	Chagos	3B8	Mauritius
VR6	Pitcairn Islands	3B9	Rodriguez Island
VS6	Hong Kong	3C	Equatorial Guinea
VU	India	3C0	Annebon (Pagalu Island)
VU	Andaman & Nicobar Islands	3D2	Fiji
VU	Laccadive Islands	3D2	Conway Reef
XA-XI	Mexico	3D2	Rotuma
XA4-XI4	Revilla Gigedo	3D6	Swaziland
XT	Burkina Faso	3V	Tunisia
XU	Kampuchea	3W, XV	Vietnan
XW	Laos	3X	Guinea
XX9	Macao	3Y1	Peter I Island
XY-XZ	Myanmar	3Y5	Bouvet
YA	Afghanistan	4J1FS	Malyj Vysotskij Island
YB-YH	Indonesia	4K2P	Franz Josef Land
YI	Iraq	4P-4S	Sri Lanka
YJ	Vanuatu	4U1ITU	ITU Geneva
YK	Syria	4U1UN	HQ United Nations
YN	Nicaragua	4X, 4Z	Israel
YO-YR	Romania	5A	Libya
YS	El Salvador	5B	Cyprus
YT, YU, YZ	Yugoslavia	5H-5I	Tanzania
YV-YY	Venezuela	5N-5O	Nigeria
YV0	Aves Island	5R-5S	Madagascar
Z2	Zimbabwe	5T	Mauritania
ZA	Albania	5U	Niger
ZB2	Gibraltar	5V	Togo
ZC4	UK Sovereign Base	5W	Western Samoa
	Areas on Cyprus	5X	Uganda
ZD7	St. Helena	5Y-5Z	Kenya
ZD8	Ascension Island	6V-6W	Senegal
ZD9	Tristan da Cunha &	6Y	Jamaica
	Gough Islands	7O	Republic of Yemen
ZF	Cayman Islands		(a partir de 22.5.1990)
ZK1	South Cook Islands	7P	Lesotho
ZK1	North Cook Islands	7Q	Malavi
ZK2	Niue	7T-7Y	Algeria
ZK3	Tokelau Islands	8P	Barbados
ZL-ZM	New Zealand	8Q	Maldive Islands
ZL7	Chatham Islands	8R	Guyana
ZL8	Kermadec Islands	9G	Ghana
ZL9	Auckland & Campbell	9H	Malta
	Islands	9I-9J	Zambia
ZP	Paraguay	9K	Kuwait
ZR-ZU	South Africa	9L	Sierra Leone
ZR3-ZU3	Namibia (S. W. Africa)	9M2, 4	West Malaysia
ZS8	Prince Edward &	9M6, 8	East Malaysia
	Marion Islands	9N	Nepal
ZS9	Walvis Bay	9Q-9T	Zaire
1A0	Sovereign Military	9U	Burundi
	Order of Malta	9V	Singapore
1S	Spratly Islands	9X	Rwanda
3A	Monaco	9Y-9Z	Trinidad & Tobago
3B6,7	Agalega & St. Brandon		

Deleted Countries (Países Eliminados)

Prefixos	Países	Validades
AC3	Sikkim	Até 30.04.1975; após, conta como VU.
AC4	Tibet	Até 30.05.1974; após, conta como BY.
C9	Manchuria	Até 15.09.1963; após, conta como BY.
CN2	Tangier	Até 30.06.1960; após, conta como CN.
CR8	Damao, Diu	Até 31.12.1962.
CR8	Goa	Até 31.12.1962.
CR8, CR10	Portuguesa Timor	Até 14.09.1976.
DA-DM	Alemanha	Até 16.07.1973; após, conta DA-DL ou Y2-Y9.
EA9	Ifni	Até 13.05.1969.
ET2	Eritrea	Até 14.11.1962; após, conta como ET.
FF	Africa Francesa Ocidental	Até 06.08.1960.
FH, FB8	Comoros	Até 05.07.1975; após, conta D6 ou FH.
FI8	Indo-China Francesa	Até 20.12.1950.
FN8	India Francesa	Até 31.10.1954.
FQ8	Africa Equatorial Francesa	Até 16-08-1960.
HK0	Bajo Nuevo	Até 16.09.1981; após, conta HK0 San Andres.
HK0, KP3, KS4	Serrana Bank & Roncador Cay	Até 16.09.1981; após, conta HK0 San Andres.
I1	Trieste	Até 31.03.1957; após, conta como Itália.
I5	Somalia Italiana	Até 30.06.1960.
JD1/7J1	Okino Torishim	De 30.05.1976 a 30.11.1980; após conta como Ogisawara.
JZ0	North Guinea Holandesa	Até 30.04.1963.
KR6, 8, JR6, KA6	Ilhas Okinawa-Ryukyu	Até 15.05.1972; após, conta como JA.
KS4	Ilhas Swan	Até 31.08.1972; após, conta como HR.
KZ5	Canal Zone	Até 30.09.1979.
P2, VK9	Papua Territory	Até 15.09.1975; após, conta Papua-N.Guinea.
P2, VK9	Territory of New Guinea	Até 15.09.1975; após, conta Papua-N.Guinea.
PK1-3	Java	Até 30.04.1963; após, conta como YB.
PK4	Sumatra	Até 30.04.1963; após, conta como YB.
PK5	Borneo Holandesa	Até 30.04.1963; após, conta como YB.
PK6	Celebe, Molucca	Até 30.04.1963; após, conta como YB.
UN1	Karelo-Finaish Republic	Até 30.06.1960; após, conta como UA1.
VO	Newfoundland, Labrador	Até 31.03.1949; após, conta como VE.
VQ1, 5H1	Zanzibar	Até 31.05.1974; após, conta como 5H.
VQ6	Somalia Inglesa	Até 30.06.60.
VQ9	Aldabra	Até 28.06.1976; após, conta como S7.
VQ9	Des Roches	Até 28.06.1976; após, conta como S7.
VQ9	Farquhar	Até 28.06.1976; após, conta como S7.
VS2, 9M2	Malaya	Até 15.09.1963; após, conta como 9M2.
VS4	Sarawak	Até 15.09.1963; após, conta como 9M8.
VS9H	Ilhas Kuria Muria	Até 29.11.1967.
Y2-9	República Democrática Alemã	A partir de 03.10.1990. Somente contatos no período de 17.09.1973 e 02.10.1990 contam para esse país. Contatos com estações Y2-9, a partir de 03.10.1990, contam como Republica Federal da Alemanha (o mesmo que DA-DL).
ZC5	British North Borneo	Até 15.09.1963; após, conta como 9M6.
ZC6, 4X1	Palestine	Até 30.06.1968; após, conta como 4X Israel.
ZD4	Gold Coast & Togoland	Até 05.03.1957.
1M	Minerva Reef	Até 15.07.1972; após, conta como A3.
4W	Yemen Arab Republic	A partir de 22.05.1990.
70	People's Democratic Republic of Yemen	A partir de 22.05.1990.

(continua)

Deleted Countries (Países Eliminados)

Prefixos	Países	Validades
7O/VS9K	Ilhas Kamaran	Até 10.03.1982.
8Z4	Saudi Arabia / Iraq Neutral Zone	Até 25.12.81.
8Z5, 9K3	Kuwait/Saudi Arabia Neutral Zone	Até 14.12.1969.
9S4	Saar	Até 31.03.57.
9U5	Ruanda-Urundi	De 01.07.1960 a 30.06.1962; após, conta 9U e 9X.
*	Blenheim Reef	De 04.05.1967 a 30.06.1975; após conta como VQ9.
*	Geyser Reef	De 04.05.1967 a 28.02.1978.

2. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE AS NOVAS BANDAS DA WARC '79

Adaptado a partir da colaboração do radioamador Giocondo Romanini Neto, PY2CDS.

Acabaram de passar dez anos desde o término da Conferência Mundial Administrativa de Rádio (WARC '79), que atribuiu ao serviço de radioamador mais três bandas de ondas decamétricas: a banda de 30 m vai de 10 100 até 10 150 kHz, e só poderá ser utilizada, devido a sua extensão de apenas 50 kHz, para tipos de emissão de banda estreita (CW, RTTY e transmissão de dados); a banda de 17 m compreende as freqüências de 18 068 até 18 168 kHz, dividida em três sub-faixas: de 18 068 até 18 100 kHz somente telegrafia; de 18 100 até 18 110 kHz, CW e RTTY; e de 18 110 até 18 168 kHz fonia em SSB; e a banda de 12 m compreende espectro de 24 890 até 24 990 kHz, dividida em três subfaixas: de 24 890 até 24 920 kHz, telegrafia; de 24 920 até 24 930 kHz, CW e RTTY; e de 24 930 até 24 990 kHz, fonia em SSB.

Antes de entrar no mérito das três novas faixas, cabe aqui uma retrospectiva histórica sobre as bandas atribuídas ao serviço de radioamador.

Desde o início deste século, quando Marconi realizava as primeiras experiências com a emissão de ondas hertzianas, surgiu o interesse de cidadãos de várias partes do mundo em realizar experiências semelhantes. Apesar de ter a mesma idade que o próprio rádio, o amadorismo não gozava do prestígio que realmente merecia pela sua contribuição ao desenvolvimento tecnológico. Os candidatos a amadores conheciam o suficiente sobre a nova maravilha científica, o que lhes permitia realizar a construção de equipamentos caseiros e manter contatos à distância.

Por volta de 1912, havia numerosas estações oficiais e comerciais, bem como centenas de radioamadores. Não existiam leis ou regulamentos que disciplinassem as comunicações nos seus diversos serviços. Quando irrompeu a Primeira Guerra Mundial, os Estados Unidos convocaram esses radioexperimentadores como técnicos e operadores. Estimava-se que existiam cerca de seis mil amadores, dos quais mais da metade serviu nas Forças Armadas. Ao mesmo tempo o governo americano, por razões de segurança, chamou para si o controle total das radiocomunicações proibindo qualquer emissão que não fosse por razões militares. Os radioexperimentadores silenciaram. Quando a guerra terminou, o governo continuou com o controle total das comunicações, e aí notabilizou-se Hiram Percy Maxim, fundador da liga americana de radioamadorismo, que, pelo seu prestígio e persistência, conseguiu liberar as emissões para os radioamadores (ver Item 21.1).

Simultaneamente, com os esforços dos radioamadores para legalizar sua atividade, fundou-se em 1919 a Radio Corporation of America (RCA). Seu mentor foi David Sarnoff, radiotelegrafista russo, que se notabilizou quando da tragédia do afundamento do Titanic, ocasião na qual permaneceu no ar por mais de cinqüenta horas ininterruptas trazendo ao solo americano notícias sobre o salvamento de uma elite mundial que participava da viagem inaugural do famoso transatlântico, inclusive os nomes dos sobreviventes a bordo do vapor Carpathia. A idéia dele era simples: em lugar de radiocomunicação entre estações, utilizar uma emissora para irradiar a milhares de receptores, o que se tornou a radiofusão (ver também Item 2.1). Sarnoff vendeu sua idéia a vários financistas, entre eles alguns salvos do naufrágio do Titanic, convencendo-os do possível grande futuro da radiodifusão, isto é, das emissões de rádio como uma forma de comunicação e entretenimento para as grandes massas.

Era preciso construir centenas de transmissores e milhões de receptores, e foi aí que a RCA se sobressaiu, aperfeiçoando a válvula termoiônica ou válvula eletrônica, a mola propulsora da tecnologia, na época.

Durante a década de 20, a radiodifusão invadiu os lares. Surgia, porém, a interferência entre as próprias emissoras, prejudicando a recepção desta ou daquela estação. Apareceram os regulamentos que foram depois transformados em lei, e, nesta época, os radioamadores receberam as suas primeiras bandas de operação.

A luta pela conquista de maior gama de freqüências pelos vários serviços de rádio, sejam governamentais, comerciais ou de radiodifusão, sempre foi uma constante, e mais uma vez a equipe da liga americana ARRL soube reservar para os amadores a extensão das faixas que hoje nos pertencem tais como os 80, 40, 20, 10 e 5 m, esta última posteriormente alterada para 6 m.

Nos anos 30, já se faziam experiências acima de 30 MHz (ver Item 11.1), especialmente na banda de 5 m, porém, surgiu a Segunda Guerra Mundial, paralisando as atividades radioamadorísticas na maior parte do mundo.

Em 1947, três cientistas da Bell conseguiram desenvolver o primeiro dispositivo de estado sólido capaz de ampliar corrente, que foi denominado transistor. Foi a maior invenção no rádio desde a válvula eletrônica, mais de quatro décadas antes, e mudou por completo a tecnologia da eletrônica para a segunda metade do século. Sem os dispositivos de estado sólido, inexistiriam 99% dos equipamentos eletrônicos que utilizamos hoje em nosso lar e em nossa vida fora do lar. Enquanto isso, continuou um esforço sempre maior por mais espaço para que os vários serviços de rádio se acomodassem no restrito espectro

das ondas curtas, atingindo o seu ponto culminante em 1959 na Conferência Mundial Administrativa de Rádio WARC '59, onde conseguimos a faixa de 15 m.

Nos anos 60 os satélites ampliaram esse espectro, proporcionando comunicações intercontinentais, utilizando as microondas. Novos canais de telefonia e de transmissão de imagens foram acrescentados ao espectro das ondas curtas, mas já se iniciaram no começo da década de 70 os movimentos para a realização de mais uma Conferência Mundial, vindo esta a materializar-se em fins de 1979, tomando o nome de WARC '79. Essa conferência se realizou, entre setembro e novembro de 1979, em Genebra, onde todas as nações do mundo estavam representadas, cada uma defendendo os seus interesses. A esta altura o radioamadorismo tinha o seu prestígio internacionalmente reconhecido, e foi através deste prestígio e principalmente da incansável atividade de centenas de amadores em todo o mundo que conseguimos conquistar um total de 250 kHz de novas freqüências distribuídas da seguinte forma: 50 kHz na banda de 30 m e 100 kHz em cada uma das bandas de 17 e 12 m.

A conquista dessas novas faixas prende-se ao fato do número de amadores ter crescido em todo o mundo, atraindo novos entusiastas, principalmente pelo desenvolvimento de novos e compactos transceptores, utilizando semicondutores de múltiplas funções, culminando com as modernas técnicas digitais, onde o microprocessador tem o seu papel principal.

Não sendo a eles permitido ampliar as faixas de 40, 20, 15 e 10 m, os radioamadores conseguiram conquistar faixas intermediárias, isto é, a banda de 30 m entre as de 40 e 20 m, de 17 m entre os 15 e 20 m e a de 12 m entre os 15 e 10 m. A banda de 30 m foi atribuída pela WARC '79 aos radioamadores em caráter secundário (sendo o primário o serviço fixo), enquanto as bandas de 17 e 12 m foram atribuídas ao serviço de radioamador, em caráter primário. A discriminação significa que os serviços secundários não podem causar interferências prejudiciais aos serviços primários (sob pena de desativação) e, ao mesmo tempo, não lhes assiste o direito de reclamar contra interferências prejudiciais por parte de estações do serviço primário. A banda de 12 m começou vida ativa nos meados de 1985, quando a FCC a liberou para os radioamadores norte-americanos. A exemplo dos grupos *ten-ten* (10-10), muitos radioamadores montaram antenas de alto ganho, até duas Yagi de seis elementos empilhadas, e começaram a faturar países às dezenas. A banda de 17 m foi liberada para os radioamadores norte-americanos em 31 de janeiro de 1989; dois dias mais tarde, a Voz da América desativou seus enlaces de 18 137,5 e 18 157 kHz (o primeiro estava transmitindo programa para suas emissoras no exterior, com bandas laterais independentes, modo A3B, simultaneamente em duas línguas, uma na banda lateral superior e a outra na

inferior). Duas semanas mais tarde, a BBC desativou seu transmissor de 100 kW em 18 080 MHz. Nos primeiros meses depois da liberação da banda de 17 m, ela era animadíssima. Todos os radioamadores norte-americanos procuravam experimentar a novidade e "faturar" o maior número de países na nova faixa.

Na banda de 30 m, tendo uma extensão limitada, como já foi mencionado, e sendo a atribuição da banda ao serviço de radioamadores em caráter secundário, inexiste fonia; porém, há muito interesse em utilizá-la em comunicação digital e especificamente para o Packet Radio, sem precisar conviver com emissões de fonia.

Além das emissões-piloto de 5 W, podem servir como indicadores de propagação em 17 m as estações de radiodifusão da banda de 16 m, de 17 550 a 17 900 kHz, bem próximos. Para a banda de 12 m, além das emissões-piloto específicas de radioamadores, podem ser utilizadas as emissões de radiodifusão da banda de 11 m, de 25 670 a 26 100 kHz, também próximos. Finalmente, como indicador de propagação para a banda de 30 m, podem utilizar-se as emissoras de radiodifusão da banda de 31 m, de 9 500 a 9 900 kHz.

A utilização das emissoras de radiodifusão como indicadoras de propagação nas novas bandas de 12, 17 e 30 m é importante, uma vez que, depois de perder a condição de novidade, as novas bandas passaram a ter uma densidade de operação muito menor do que as bandas tradicionais de 10, 15 e 20 m (para ver mais sobre emissões-piloto, Item 13.4).

Devido à menor taxa de ocupação, também foi convencionada na banda de 12 m, entre radioamadores, a utilização da freqüência única de 24 950 kHz como freqüência de chamada internacional.

A grande maioria dos radioamadores iniciou suas atividades nas novas bandas[1] utilizando seus dipolos de 80 e 40 m por intermédio de um acoplador *transmatch*, ou confeccionando dipolos específicos para as novas bandas. Mais tarde apareceram as multibandas verticais 12-17-30 e as Yagis 12-17-30.

Como em todas as bandas que operamos com certa assiduidade acabamos fazendo amizades, o mesmo acontece nessas novas bandas, onde encontramos colegas interessados em fazer testes de antena, de propagação e outras experiências interessantes. Lembramos que certa manhã contestamos um colega da Flórida. Sua modulação vinha acompanhada de um certo eco. Sugerimos

1. Os leitores que têm mais interesse em se aprofundar nas novas bandas, podem experimentar a adaptação das Yagi 10-15-20 para 12-17, conforme indicado no Item 7.7, ou construir uma Windom que está descrito no Item 7.14.

ao colega que transmitisse com a antena virada a 180º, da posição atual, isto é, que transmitisse pela via longa. O mesmo foi feito por nós e logramos um QSO em condições melhores, pois a propagação estava aberta pela via mais longa (*long path*) (ver também Item 6.1).

Embora a taxa de ocupação atual das novas bandas seja sensivelmente inferior a das faixas tradicionais de 15, 20 e 40 m, os operadores que continuam a utilizá-las são em sua maioria sérios, que se afastavam das bandas de uso das grandes massas.

3. DADOS PARA OS FUSÍVEIS DE EMERGÊNCIA

O radioamador pode encontrar-se em situações que não disponha de fusível adequado, porém não pode arriscar o equipamento mediante sua utilização com o porta-fusível em curto-circuito. Para esses casos, recomendamos os seguintes fusíveis de emergência:

- 0,5A - resistor de 1Ω 1/8 W;
- 10 A - fio de solda fino, diâmetro 1 mm;
- 20 A - fio de solda comum, diâmetro 1,5 mm.

Fios de cobre

Correntes de fusão (A)	Diâmetros (mm)	Seções (mm^2)	Nº B & S
1	0,053	0,002	44
2	0,086	0,006	39
3	0,112	0,010	37
4	0,1346	0,015	35-36
5	0,1575	0,019	34
10	0,249	0,049	30
15	0,3276	0,08	28
20	0,396	0,12	26
25	0,4597	0,16	25
30	0,5207	0,21	24
35	0,5766	0,26	23
40	0,6300	0,31	22
45	0,6807	0,36	-
50	0,7315	0,41	21
60	0,8255	0,52	20
70	0,914	0,66	19
80	1,000	0,81	18
90	1,082	0,92	-
100	1,161	1,04	17

4. CÓDIGO MORSE[1]

Observação: Espaçamento e Comprimento dos Sinais

Um traço é igual a três pontos.
O espaço entre os sinais formando a mesma letra é igual a um ponto.
O espaço entre duas letras é igual a três pontos.
O espaço entre duas palavras é igual a sete pontos.

Letras	Sinais de Código Morse	Algarismos	Sinais de Código Morse
A	. –	1	. – – – –
B	– . . .	2	. . – – –
C	– . – .	3	. . . – –
D	– . .	4	. . . . –
E	.	5	. . . . .
É	. . – . .	6	– . . . .
F	. . – .	7	– – . . .
G	– – .	8	– – – . .
H	. . . .	9	– – – – .
K	– . –	0	– – – – –
L	. – . .		
M	– –		
N	– .		
O	– – –		
P	. – – .		
Q	– – . –		
R	. – .		
S	. . .		
T	–		
U	. . –		
V	. . . –		
W	. – –		
X	– . . –		
Y	– . – –		
Z	– – . .		

1. Da 6ª Assembléia Plenária do Comitê Consultivo Internacional de Telegrafia e Telefonia - CCITT.

Marcos de Pontuação e Sinais Combinados

Descrição	Representação gráfica	Sinais de código Morse
Ponto final (de período)	(.)	. – . – . –
Vírgula	(,)	– – . . – –
Dois pontos ou sinal de divisão	(:)	– – – . . .
Marca de interrogação (nota de interrogação ou interpelação para repetição de uma transmissão não atendida	(?)	. . – – . .
Apóstrofo	(')	. – – – – .
Hífen ou traço ou sinal de subtração	(–)	– . . . . –
Barra de fração ou sinal de divisão	(/)	– . . – .
Parênteses esquerda	(()	– . – – .
Parênteses direita	())	– . – – . –
Aspas (marcas de citação) antes e depois das palavras	(")	. – . . – .
Duplo hífen	(=)	– . . . –
Entendido		. . . – .
Erro (oito pontos)		. . . .
Cruz ou sinal de adição	(+)	. – . – .
Convite à transmissão		– . –
Espera		. – . . .
Fim de espera		. . . – . –
Sinal de partida – início – (para preceder cada transmissão)		– . – . –
Sinal de multiplicação	(x)	– . . –

5. CÓDIGO Q

A maioria dos radioamadores só conhece algumas das abreviaturas do código Q. Para que todos possuam uma listagem completa, o reproduzimos neste livro.

Para Recepção[1,2]

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QRA	Qual é o nome de sua estação?	O nome da minha estação é...
QRB	A que distância aproximada você está de minha estação?	A distância aproximada entre nossas estações é de... milhas náuticas (ou de... km).
QRC	Que organização particular (ou administração estadual) liquida as contas de sua estação?	A liquidação de contas de minha estação está sob o encargo da organização particular ...(ou da administração estadual...)
QRD	Aonde vai e de onde vem?	Vou a... e venho de...
QRE	A que horas pensa chegar a... (ou estar sobre...) (lugar)?	Penso chegar a... (lugar) ou estar sobre...) às... horas.
QRF	Está regressando a... (lugar)?	Estou regressando a... (lugar) ou Regresse a... (lugar).
QRG	Qual é a minha freqüência exata (ou freqüência exata de...)?	Sua freqüência exata (ou freqüência exata de...) é de... kHz (ou de... MHz).
QRH	Minha freqüência varia?	Sua freqüüência varia.
QRI	Como é a tonalidade de minha emissão?	A tonalidade de sua emissão é: 1. boa; 2. variável; 3. ruim.
QRJ	Quantas chamadas radiotelefônicas você tem para despachar?	Eu tenho... chamadas radiotelefônicas para despachar.

(continua)

1. Por ordem alfabética.
2. O código Q foi introduzido na Conferência WARC de 1912, realizada em Londres, com a participação de 43 países.

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QRK	Qual a clareza dos meus sinais (ou de...)?	A clareza dos seus sinais (ou dos sinais de...) é: 1. ruim; 2. pobre; 3. razoável; 4. boa; 5. excelente.
QRL	Você está ocupado?	Estou ocupado (ou estou ocupado com...). Favor não interferir.
QRM	Está sendo interferido?	Sofro interferência: 1. nula; 2. ligeira; 3. moderada; 4. severa; 5. extrema.
QRN	Está sendo perturbado por estática?	Estou sendo perturbado por estática: 1. não; 2. ligeiramente; 3. moderadamente; 4. severamente; 5. extremamente.
QRO	Devo aumentar a potência do transmissor?	Aumente a potência do transmissor.
QRP	Devo diminuir a potência do transmissor?	Diminua a potência do transmissor.
QRQ	Devo transmitir mais depressa?	Transmita mais depressa (...palavras por minuto).

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QRR	Está pronto para operação automática?	Estou pronto para operação automática. Transmita a... palavras por minuto.
QRS	Devo transmitir mais devagar?	Transmita mais devagar (...palavras por minuto).
QRT	Devo cessar a transmissão?	Cesse a transmissão.
QRU	Tem algo para mim?	Não tenho nada para você.
QRV	Está preparado?	Estou preparado.
QRW	Devo avisar a... que você o está chamando em... kHz (ou... MHz)?	Por favor, avise... que o estou chamando em... kHz (ou... MHz).
QRX	Quando me chamará novamente?	Eu o chamarei novamente às... horas, em... kHz (ou em... MHz).
QRY	Qual é a minha ordem de vez? (Refere-se a comunicações)	É número... (ou de acordo com qualquer outra indicação). (Refere-se a comunicações).
QRZ	Quem está me chamando?	Você está sendo chamado por... [em... kHz (ou em... MHz)].
QSA	Qual a intensidade de meus sinais (ou dos sinais de...)?	A intensidade dos seus sinais (ou dos sinais de...) é: 1. apenas perceptível; 2. fraca; 3. satisfatória; 4. boa; 5. ótima.

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QSB	A intensidade de meus sinais varia?	A intensidade de seus sinais varia.
QSC	Sua embarcação é de carga?	Minha embarcação é de carga.
QSD	Minha manipulação está defeituosa?	Sua manipulação está defeituosa.
QSE	Qual o deslocamento estimado da embarcação de salvamento?	O deslocamento estimado da embarcação de salvamento é de... (números e unidades).
QSF	Você realizou salvamento?	Eu realizei salvamento e estou seguindo para a base... (com... pessoas feridas, necessitando de ambulância).
QSG	Devo transmitir... telegramas de uma vez?	Transmita... telegramas de uma vez.
QSH	Você é capaz de retornar usando seu equipamento radiogoniométrico?	Eu sou capaz de retornar usando meu equipamento radiogoniométrico.
QSI	Você não consegue interromper a minha transmissão (ou de...)?	Não consegui interromper sua transmissão; ou de... Informe a... (indicativo de chamada) que não consegui interromper sua transmissão [em... kHz (ou... MHz)].
QSJ	Qual a taxa a ser cobrada para... incluindo sua taxa interna?	A taxa a ser cobrada para..., incluindo minha taxa interna, é de... francos.
QSK	Pode ouvir-me entre seus sinais e, em caso afirmativo, posso interromper sua transmissão?	Posso ouvi-lo entre meus sinais; pode interromper minha transmissão.
QSL	Pode acusar recebimento?	Acuso recebimento.

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QSM	Devo repetir o último telegrama que transmiti para você (ou algum telegrama anterior)?	Repita o último telegrama que você enviou para mim (ou telegrama(s) número(s)...).
QSN	Escutou-me [ou... (indicativo de chamada)] em... kHz (ou em... MHz)	Escutei-o [ou... (indicativo de chamada)] em... kHz (ou... MHz).
QSO	Pode comunicar-se diretamente (ou por retransmissão) com...?	Posso comunicar-me diretamente (ou por intermédio de...) com...
QSP	Quer retransmitir gratuitamente a...?	Vou retransmitir gratuitamente a....
QSQ	Há médico a bordo [ou... (nome da pessoa) está a bordo]?	Há médico a bordo [ou... (nome da pessoa) está a bordo].
QSR	Devo repetir a chamada na freqüência de chamada?	Repita a chamada na freqüência de chamada; não ouvi você (ou há interferência).
QSS	Que freqüência de trabalho você usará?	Usarei a freqüência de trabalho de... kHz (normalmente basta indicar os três últimos algarismos da freqüência).
QSU	Devo transmitir ou responder nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)] com emissões do tipo...?	Transmita ou responda nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)] (com emissões do tipo...).
QSV	Devo transmitir uma série de V nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)]?	Transmita uma série de V nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)].

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QSW	Vai transmitir nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)] (com emissão do tipo...)?	Vou transmitir nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)] (com emissões do tipo...).
QSX	Quer escutar a... (indicativo(s) de chamada) em... kHz (ou em... MHz)?	Estou escutando a... (indicativo(s) de chamada) em... kHz (ou em... MHz).
QSY	Devo transmitir em outra freqüência?	Transmita em outra freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)].
QSZ	Tenho que transmitir cada palavra ou grupo mais de uma vez?	Transmita cada palavra ou grupo duas vezes (ou... vezes).
QTA	Devo cancelar o telegrama número...?	Cancele o telegrama número... .
QTB	Concorda com minha contagem de palavras?	Eu não concordo com sua contagem de palavras; vou repetir a primeira letra ou dígito de cada palavra ou grupo.
QTC	Quantos telegramas tem para transmitir?	Tenho... telegramas para você (ou para...).
QTD	O que recolheu o barco ou a aeronave de salvamento?	...(identificação) recolheu: 1. ...(número) sobreviventes; 2. restos de naufrágio; 3. ... (número) cadáveres.

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QTE	Qual é a minha direção verdadeira com relação a você? ou Qual é a minha direção verdadeira com relação a... (indicativo de chamada)? ou Qual é a direção verdadeira de... (indicativo de chamada) com relação a... (indicativo de chamada)?	Sua direção verdadeira com relação a mim é de... graus, às... horas; ou Sua direção verdadeira com relação a... (indicativo de chamada) era de... graus, às... horas; ou A direção verdadeira de... (indicativo de chamada) com relação a... (indicativo de chamada) era de... graus às... horas.
QTF	Quer indicar a posição de minha estação de acordo com as orientações tomadas pelas estações radiogoniométricas que você controla?	A posição de sua estação de acordo com as direções tomadas pelas estações radiogoniométricas que eu controlo era... latitude,... longitude (ou outra indicação de posição) tipo..., às... horas
QTG	Quer transmitir dois traços de dez segundos cada, seguidos de seu indicativo de chamada (repetido... vezes) [em... kHz (ou em... MHz)]? ou Quer pedir a... para transmitir dois traços de dez segundos, seguidos de seu indicativo de chamada (repetido... vezes) [em... kHz (ou em... MHz)?	Vou transmitir dois traços de dez segundos cada, seguidos por meu indicativo de chamada (repetido... vezes) [em... kHz (ou em... MHz)]; ou Pedi a... para transmitir dois traços de dez segundos, seguidos de seu indicativo de chamada (repetido... vezes) [em... kHz (ou em... MHz)].
QTH	Qual é a sua posição em latitude e longitude (ou de acordo com qualquer outra indicação)?	Minha posição é... de latitude, ... de longitude (ou de acordo com qualquer outra indicação).

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QTI	Qual é a sua direção VERDADEIRA?	Minha direção VERDADEIRA é de... graus.
QTJ	Qual é a sua velocidade? (Refere-se à velocidade de um navio ou aeronave com relação à água ou ar, respectivamente.)	Minha velocidade é de... nós (ou de... km/h ou de... milhas terrestres por hora). (Indique a velocidade de um navio ou aeronave, com relação à água ou ao ar, respectivamente).
QTK	Qual é a velocidade de sua aeronave com relação à superfície da terra?	A velocidade de minha aeronave com relação à superfície da terra é de... nós (ou de... km/h ou de milhas... terrestres por hora).
QTL	Qual é o seu rumo VERDADEIRO?	Meu rumo VERDADEIRO é de... graus.
QTM	Qual é seu rumo MAGNÉTICO?	Meu rumo MAGNÉTICO é de... graus.
QTN	A que horas saiu de... (lugar)?	Saí de... (lugar) às... horas.
QTO	Já saiu da baía (ou porto)? ou Já decolou?	Já saí da baía (ou porto); ou Já decolei.
QTP	Vai entrar na baía (ou porto)? ou Vai pousar?	Vou entrar na baía (ou porto); ou Vou pousar.
QTQ	Pode comunicar-se com minha estação por meio do Código Internacional de Sinais?	Vou comunicar com sua estação por meio do Código Internacional de Sinais.

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QTR	Qual é a hora certa?	A hora certa é... horas.
QTS	Quer transmitir seu indicativo de chamada para sintonizar ou para que sua freqüência possa ser medida agora (ou às... horas) em... kHz (ou em... MHz)?	Vou transmitir meu indicativo de chamada para sintonizar ou para que minha frequência possa ser medida agora (ou às... horas) em... kHz (ou em ... MHz).
QTT	O meu sinal de identificação se sobrepõe à outra emissão?	O sinal de identificação que segue se sobrepõe à outra emissão.
QTU	Qual é o horário de funcionamento de sua estação?	O horário de funcionamento de minha estação é de... às... horas.
QTV	Devo fazer a escuta por você na freqüência de... kHz (ou de... MHz) (das... às... horas)?	Faça a escuta por mim na freqüência de... kHz (ou de... MHz) (das... às... horas).
QTW	Como se encontram os sobreviventes?	Os sobreviventes se encontram em... condições e precisam urgentemente de...
QTX	Quer manter sua estação aberta para nova comunicação comigo, até que eu o avise (ou até às... horas)?	Vou manter minha estação aberta para nova comunicação com você, até que me avise (ou até às... horas).
QTY	Você está seguindo para o lugar do acidente? Caso afirmativo, quando espera chegar?	Estou seguindo para o lugar do acidente e espero chegar às... horas [em... (data)].
QTZ	Você continua a busca?	Continuo a busca de... (aeronave, navio, dispositivo de salvamento, sobreviventes ou destroços).

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QUA	Tem notícias de... (indicativo de chamada)?	Envio notícias de... (indicativo de chamada).
QUB	Pode dar-me, na seguinte ordem, informações sobre: a direção em graus VERDADEIROS e velocidade do vento na superfície; visibilidade; condições meteorológicas atuais; quantidade, tipo e altura da base das nuvens sobre a superfície em... (lugar de observação)?	Envio as informações solicitadas: (As unidades usadas para velocidade e distâncias deverão ser indicadas.)
QUC	Qual é o número (ou outra indicação) da última mensagem que você recebeu de mim [ou de... (indicativo de chamada)]?	O número (ou outra indicação) da última mensagem recebida de você [ou de... (indicativo de chamada)] é...
QUD	Recebeu o sinal de urgência transmitido por... (indicativo de chamada da estação móvel)?	Recebi o sinal de urgência transmitido por... (indicativo de chamada da estação móvel) às... horas.
QUE	Pode usar telefonia em... (idioma) por meio de intérprete, se necessário; se possível, em quais freqüências?	Posso usar a telefonia em... (idioma) em... kHz (ou em... MHz).
QUF	Recebeu o sinal de perigo transmitido por (indicativo de chamada da estação móvel)?	Recebi o sinal de perigo... transmitido por... (indicativo de chamada da estação móvel) às... horas.
QUG	Será forçado a pousar (amerissar ou aterrissar)?	Sou forçado a pousar (amerissar ou aterrissar)...

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QUH	Quer dar-me a pressão barométrica atual ao nível do mar?	A pressão barométrica atual ao nível do mar é de... (unidades).
QUI	Suas luzes de navegação estão acesas?	Minhas luzes de navegação estão acesas.
QUJ	Quer indicar o rumo VERDADEIRO para chegar a você (ou...)?	O rumo VERDADEIRO para me alcançar (ou...) é de... graus às... horas.
QUK	Pode me informar a condição do mar observada em... (lugar ou coordenadas)?	O mar em... (lugar ou coordenadas) está...
QUL	Pode me informar as vagas observadas em... (lugar ou coordenadas)?	As vagas em... (lugar ou coordenadas) são... .
QUM	Posso recomeçar tráfego normal?	Pode recomeçar tráfego normal.
QUN	Solicito às embarcações que se encontram em minhas proximidades imediatas [ou nas proximidades de (... latitude,... longitude) ou nas proximidades de...)] o favor de indicar sua posição, rumo VERDADEIRO e velocidade.	Minha posição, rumo VERDADEIRO e velocidade são de...
QUO	Devo efetuar busca de: 1. aeronave; 2. navio; 3. embarcação de salvamento nas proximidades de ... latitude, ... longitude (ou de acordo com qualquer outra indicação)?	Efetue busca de: 1. aeronave; 2. navio 3. embarcação de salvamento nas proximidades de ... latitude, ... longitude (ou de acordo com qualquer outra indicação).

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QUP	Quer indicar sua posição por meio de: 1. refletores; 2. rastro de fumaça; 3. sinais pirotécnicos?	Estou indicando minha posição por meio de: 1. refletores; 2. rastro de fumaça; 3. sinais pirotécnicos.
QUQ	Devo orientar meu refletor quase verticalmente para uma nuvem, piscando se possível e, caso aviste sua aeronave, dirigir o facho contra o vento e sobre a água (ou solo) para facilitar seu pouso?	Por favor, oriente seu refletor para uma nuvem, piscando se possível e, caso ouça ou aviste minha aeronave, dirija seu facho contra o vento (ou solo) para facilitar meu pouso.
QUR	Os sobreviventes: 1. receberam equipamentos salva-vidas? 2. foram recolhidos por embarcação de salvamento? 3. foram encontrados por um grupo de salvamento de terra?	Os sobreviventes: 1. receberam equipamentos salva-vidas lançados por...; 2. foram rcolhidos por embarcação de salvamento; 3. foram encontrados pela unidade de salvamento de terra.
QUS	Você avistou sobreviventes ou destroços? Em caso afirmativo, em que posição?	Avistei: 1. sobreviventes na água; 2. sobreviventes em balsas; 3. destroços na latitude..., na longitude... (ou de acordo com qualquer outra informação).
QUT	Foi marcado o local do acidente?	A posição do acidente está marcada por: 1. baliza flamígera ou fumígena; 2. bóia; 3. produto corante; 4. ... (especificar qualquer outro sinal).

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QUU	Devo dirigir o navio ou aeronave para minha posição?	Dirija o navio ou aeronave... (indicativo de chamada): 1. para sua posição transmitindo seu indicativo de chamada e traços longos em... kHz (ou em... MHz); 2. transmitindo em... kHz (ou em... MHz) o rumo VERDADEIRO para chegar a você.
QUW	Você está na área de busca designada como... (nome da zona ou latitude e longitude)?	Eu estou na área de busca... (designação).
QUY	Foi marcada a posição da embarcação de salvamento?	A posição da embarcação de salvamento foi marcada às horas, por: 1. baliza flamígera ou fumígena; 2. bóia; 3. produto corante; 4. ... (especificar qualquer outro sinal).

Para Transmissão[3]

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QRA	Qual é o nome de sua estação?	O nome da minha estação é... .
	Rota	
QRD	Aonde vai e de onde vem?	Vou a... e venho de... .
	Posição	
QRB	A que distância aproximada você está de minha estação?	A distância aproximada entre nossas estações é de... milhas náuticas (ou de... km).
QTH	Qual é a sua posição em latitude e longitude (ou de acordo com qualquer outra indicação)?	Minha posição é... de latitude,... de longitude (ou de acordo com qualquer outra indicação).
QTN	A que horas saiu de... (lugar)?	Saí de... (lugar) às... horas.
	Qualidade dos Sinais	
QRI	Como é a tonalidade de minha emissão?	A tonalidade de sua emissão é: 1. boa; 2. variável; 3. ruim.
QRK	Qual a clareza dos meus sinais (ou de...)?	A clareza dos seus sinais (ou dos sinais de...) é: 1. ruim; 2. pobre; 3. razoável; 4. boa; 5. excelente.
	Intensidade dos Sinais	
QRO	Devo aumentar a potência do transmissor?	Aumente a potência do transmissor.

(continua)

3. Por ordem de natureza.

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QRP	Devo diminuir a potência do transmissor?	Diminua a potência do transmissor.
QSA	Qual a intensidade de meus sinais (ou dos sinais de...)?	A intensidade dos seus sinais (ou dos sinais de...) é: 1. apenas perceptível; 2. fraca; 3. satisfatória; 4. boa; 5. ótima.
QSB	A intensidade de meus sinais varia?	A intensidade de seus sinais varia.
	Manipulação	
QRQ	Devo transmitir mais depressa?	Transmita mais depressa (...palavras por minuto).
QRR	Está pronto para operação automática?	Estou pronto para operação automática. Transmita a... palavras por minuto.
QRS	Devo transmitir mais devagar?	Transmita mais devagar (...palavras por minuto).
QSD	Minha manipulação está defeituosa?	Sua manipulação está defeituosa.
	Interferências	
QRM	Está sendo interferido?	Sofro interferência: 1. nula; 2. ligeira; 3. moderada; 4. severa; 5. extrema.

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QRN	Está sendo perturbado por estática?	Estou sendo perturbado por estática: 1. não; 2. ligeiramente; 3. moderadamente; 4. severamente; 5. extremamente.
	Ajuste de Freqüência	
QRG	Qual é a minha freqüência exata (ou freqüência exata de...)?	Sua freqüência exata (ou freqüência exata de...) é... kHz (ou... MHz).
QRH	Minha freqüência varia?	Sua freqüência varia.
QTS	Quer transmitir seu indicativo de chamada para sintonizar ou para que sua freqüência possa ser medida agora (ou às... horas) em... kHz (ou em... MHz)?	Vou transmitir meu indicativo de chamada para sintonizar ou para que minha freqüência possa ser medida agora (ou às... horas) em... kHz (ou em... Mhz)
	Escolha de Freqüência e/ou Classe de Emissão	
QSN	Escutou-me [ou... (indicativo de chamada)] em... kHz (ou em... MHz)?	Escutei-o [ou... (indicativo de chamada)] em... kHz (ou em... MHz).
QSS	Que freqüência de trabalho você usará?	Usarei a freqüência de trabalho de... kHz (normalmente basta indicar os três últimos algarismos da freqüência).
QSU	Devo transmitir ou responder nesta frequência [ou em... kHz (ou em... MHz)] (com emissões do tipo...)?	Transmita ou responda nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)] (com emissões do tipo...).

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QSV	Devo transmitir uma série de V nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)]?	Transmita uma série de V nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)].
QSW	Vai transmitir nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)] (com emissões do tipo...)?	Vou transmitir nesta freqüência [ou em... kHz (ou em... MHz)] (com emissão do tipo...).
QSX	Quer escutar a... (indicativo(s) de chamada) em... kHz (ou em... MHz)?	Estou escutando a... (indicativo(s) de chamada) em... kHz (ou em... MHz).
	Mudança de Freqüências	
QSY	Devo transmitir em outra freqüência?	Transmita em outra frequência [ou em... kHz (ou... MHz)].
	Estabelecendo Comunicação	
QRL	Você está ocupado?	Estou ocupado (ou estou ocupado com...). Favor não interferir.
QRV	Está preparado?	Estou preparado.
QRX	Quando me chamará novamente?	Eu o chamarei novamente às... horas, em... kHz (ou em... MHz).
QRY	Qual é a minha ordem de vez? (Refere-se a comunicações).	É número... (ou de acordo com qualquer outra indicação). (Refere-se a comunicações).
QRZ	Quem está me chamando?	Você está sendo chamado por... [em... kHz (ou... MHz)].

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QSC	Sua embarcação é de carga?	Minha embarcação é de carga.
QSR	Devo repetir a chamada na freqüência de chamada?	Repita a chamada na freqüência de chamada; não ouvi você (ou há interferência).
QTQ	Pode comunicar-se com minha estação por meio do Código Internacional de Sinais?	Vou comunicar com sua estação por meio do Código Internacional de Sinais.
QUE	Pode usar telefonia em... (idioma) por meio de intérprete, se necessário; se possível, em quais freqüências?	Posso usar a telefonia em... (idioma) em... kHz (ou em... MHz).
	Horário	
QTR	Qual é a hora certa?	A hora certa é... horas.
QTU	Qual é o horário de funcionamento de sua estação?	O horário de funcionamento de minha estação é de... às... horas.
	Contas	
QRC	Que organização particular (ou administração estadual) liquida as contas de sua estação?	A liquidação de contas de minha estação está sob o encargo da organização particular (ou da administração estadual)... .
QSJ	Qual a taxa a ser cobrada para... incluindo sua taxa interna?	A taxa a ser cobrada para..., incluindo minha taxa interna, é de... francos.
	Trânsito	
QRW	Devo avisar a... que você o está chamando em... kHz (ou em... MHz)?	Por favor, avise... que o estou chamando em... kHz (ou em... MHz).

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QSO	Pode comunicar-se diretamente (ou por retransmissão) com...?	Posso comunicar-me diretamente (ou por intermédio de...) com....
QSP	Quer retransmitir gratuitamente a...?	Vou retransmitir gratuitamente a....
QSQ	Há médico a bordo [ou... (nome da pessoa) está a bordo]?	Há médico a bordo [ou... (nome da pessoa) está a bordo].
QUA	Tem notícias de... (indicativo de chamada)?	Envio notícias de... (indicativo de chamada).
QUC	Qual é o número (ou outra indicação) da última mensagem que você recebeu de mim [ou de... (indicativo de chamada)]?	O número (ou outra indicação) da última mensagem recebida de você [ou de... (indicativo de chamada)] é....
	Troca de Comunicados	
QRJ	Quantas chamadas radiotelefônicas você tem para despachar?	Eu tenho... chamadas radiotelefônicas para despachar.
QRU	Tem algo para mim?	Não tenho nada para você.
QSG	Devo transmitir... telegramas de uma vez?	Transmita... telegramas de uma vez.
QSI	Você não consegue interromper a minha transmissão?	Não consegui interromper sua transmissão; ou Informe a... (indicativo de chamada) que não consegui interromper sua transmissão [em... kHz (ou em... MHz)].
QSK	Pode ouvir-me entre seus sinais e, em caso afirmativo, posso interromper sua transmissão?	Posso ouvi-lo entre meus sinais; pode interromper minha transmissão.

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QSL	Pode acusar recebimento?	Acuso recebimento.
QSM	Devo repetir o último telegrama que transmiti para você (ou algum telegrama anterior)?	Repita o último telegrama que você enviou para mim (ou telegrama(s) número(s)...).
QSZ	Tenho que transmitir cada palavra ou grupo mais de uma vez?	Transmita cada palavra ou grupo duas vezes (ou... vezes).
QTA	Devo cancelar o telegrama número...?	Cancele o telegrama número... .
QTB	Concorda com minha contagem de palavras?	Eu não concordo com sua contagem de palavras; vou repetir a primeira letra ou dígito de cada palavra ou grupo.
QTC	Quantos telegramas tem para transmitir?	Tenho... telegramas para você (ou para...).
QTV	Devo fazer a escuta por você na freqüência de... kHz (ou de... MHz) (das... às... horas)?	Faça a escuta por mim na freqüência de... kHz (ou de... MHz) (das... às... horas).
QTX	Quer manter sua estação aberta para nova comunicação comigo, até que eu o avise (ou até às... horas)?	Vou manter minha estação aberta para nova comunicação com você, até que me avise (ou até às... horas).
	Movimentação	
QRE	A que horas pensa chegar a... (ou estar sobre...) (lugar)?	Penso chegar a... (lugar) (ou estar sobre...) às... horas.
QRF	Está regressando a... (lugar)?	Estou regressando a... (lugar) ou Regresse a... (lugar).

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QSH	Você é capaz de retornar usando seu equipamento radiogoniométrico?	Eu sou capaz de retornar usando meu equipamento radiogoniométrico.
QTI	Qual é a sua direção VERDADEIRA?	Minha direção VERDADEIRA é de... graus.
QTJ	Qual é a sua velocidade? (Refere-se à velocidade de um navio ou aeronave com relação à água ou ao ar, respectivamente.)	Minha velocidade é de... nós (ou de... km/h ou de... milhas terrestres por hora). (Indique a velocidade de um navio ou aeronave com relação a água ou ao ar, respectivamente.)
QTK	Qual é a velocidade de sua aeronave com relação à superfície da terra?	A velocidade de minha aeronave com relação à superfície da terra é de... nós (ou de... km/h ou de milhas terrestres por hora).
QTL	Qual é o seu rumo VERDADEIRO?	Meu rumo VERDADEIRO é... graus.
QTM	Qual é seu rumo MAGNÉTICO?	Meu rumo MAGNÉTICO é de... graus.
QTN	A que horas saiu de... (lugar)?	Saí de... (lugar) às... horas.
QTO	Já saiu da baía (ou porto)? ou Já decolou?	Já saí da baía (ou porto); ou Já decolei.
QTP	Vai entrar na baía (ou porto)? ou Vai pousar? (ou...).	Vou entrar na baía (ou porto); ou Vou pousar.
QUG	Será forçado a pousar (amerissar ou aterrissar)?	Sou forçado a pousar (amerissar ou aterrissar)....

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QUJ	Quer indicar o rumo VERDADEIRO para chegar a você (ou...)?	O rumo VERDADEIRO para me alcançar (ou...) é de... graus, às... horas.
QUN	Solicito às embarcações que se encontram em minhas proximidades imediatas [ou nas proximidades de (... latitude, ... longitude) ou nas proximidades de...] o favor de indicar sua posição, rumo VERDADEIRO e velocidade.	Minha posição, rumo VERDADEIRO e velocidade são....
	Meteorologia	
QUB	Pode dar-me, na seguinte ordem, informações sobre: a direção em graus VERDADEIROS e velocidade do vento na superfície; visibilidade; condições meteorológicas atuais; quantidade, tipo e altura da base das nuvens sobre a superfície em... (lugar de observação)?	Envio as informações solicitadas: (As unidades usadas para velocidade e distâncias deverão ser indicadas).
QUH	Quer dar-me a pressão barométrica atual ao nível do mar?	A pressão barométrica atual ao nível do mar é de... unidades).
QUK	Pode me informar a condição do mar observada em... (lugar ou coordenadas)?	O mar em... (lugar ou coordenadas) está....
QUL	Pode me informar as vagas observadas em... (lugar ou coordenadas)?	As vagas em... (lugar ou coordenadas) são....

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
	Radiolocalização	
QTE	Qual é a minha direção verdadeira com relação a você? ou Qual é a minha direção verdadeira com relação a... (indicativo de chamada)? ou Qual é a direção verdadeira de... (indicativo de chamada) com relação a... (indicativo de chamada)?	Sua direção verdadeira com relação a mim é de... graus, às... horas; ou Sua direção verdadeira com relação a... (indicativo de chamada) era de... graus, às... horas; ou A direção verdadeira de... (indicativo de chamada) com relação a... (indicativo de chamada) era de... graus, às... horas.
QTF	Quer indicar a posição de minha estação de acordo com as orientações tomadas pelas estações radiogoniométricas que você controla?	A posição de sua estação de acordo com as direções tomadas pelas estações radiogoniométricas que eu controlo era... latitude, ... longitude (ou outra indicação de posição), tipo..., às... horas.
QTG	Quer transmitir dois traços de dez segundos cada, seguidos de seu indicativo de chamada (repetido... vezes) [em... kHz (ou em... MHz)]? ou Quer pedir a... para transmitir dois traços de dez segundos, seguidos de seu indicativo de chamada (repetido... vezes) [em... kHz (ou em... MHz)]?	Vou transmitir dois traços de dez segundos cada, seguidos por meu indicativo de chamada (repetido... vezes) [em... kHz (ou em... MHz)]. ou Pedi a... para transmitir dois traçcos de dez segudos, seguidos de seu indicativo de chamada (repetido... vezes [em... kHz (ou em... MHz)].
	Suspensão de Trabalho	
QRT	Devo cessar a transmissão?	Cesse a transmissão.

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QUM	Posso recomeçar tráfego normal?	Pode recomeçar tráfego normal.
	Urgência	
QUD	Recebeu o sinal de urgência transmitido por... (indicativo de chamada da estação móvel)?	Recebi o sinal de urgência transmitido por... (indicativo de chamada da estação móvel), às... horas.
QUG	Será forçado a pousar (amerissar ou aterrissar)?	Sou forçado a pousar (amerissar ou aterrissar)....
	Perigo	
QUF	Recebeu o sinal de perigo transmitido por... (indicativo de chamada da estação móvel)?	Recebi o sinal de perigo transmitido por... (indicativo de chamada da estação móvel), às... horas.
QUM	Posso recomeçar tráfego normal?	Pode recomeçar tráfego normal.
	Busca e Resgate	
QSE	Qual o deslocamento estimado da embarcação de salvamento?	O deslocamento estimado da embarcação de salvamento é de... (números e unidades).
QSF	Você realizou salvamento?	Eu realizei salvamento e estou seguindo para a base... (com... pessoas feridas necessitando de ambulância).
QTD	O que recolheu o barco ou a aeronave de salvamento?	... (identificação) recolheu: 1. ... (número) sobreviventes; 2. restos de naufrágio; 3. ... (número) cadáveres.
QTW	Como se encontram os sobreviventes?	Os sobreviventes se encontran em... condições e precisam urgentemente....

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QTY	Você está seguindo para o lugar do acidente? Caso afirmativo, quando espera chegar?	Estou seguindo para o lugar do acidente e espero chegar às... horas [em... (data)].
QTZ	Você continua a busca?	Continuo a busca de... (aeronave, navio, dispositivo de salvamento, sobreviventes ou destroços).
QUI	Suas luzes de navegação estão acesas?	Minhas luzes de navegação estão acesas.
QUN	Solicito às embarcações que se encontram em minhas proximidades imediatas [ou nas proximidades de (... latitude, ... longitude) ou nas proximidades de...)] o favor de indicar sua posição, rumo VERDADEIRO e velocidade.	Minha posição, rumo VERDADEIRO e velocidade são....
QUO	Devo efetuar busca de: 1. aeronave; 2. navio; 3. embarcação de salvamento nas proximidades de... latitude, ... longitude (ou de acordo com qualquer outra indicação)?	Efetue busca de: 1. aeronave; 2. navio; 3. embarcação de salvamento nas proximidades de... latitude, ... longitude (ou de acordo com qualquer outra indicação).
QUP	Quer indicar sua posição por meio de: 1. refletores; 2. rastro de fumaça; 3. sinais pirotécnicos?	Estou indicando minha posição por meio de: 1. refletores; 2. rastro de fumaça; 3. sinais pirotécnicos.

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
QUQ	Devo orientar meu refletor quase verticalmente para uma nuvem, piscando se possível, e, caso aviste sua aeronave, dirigir o facho contra o vento e sobre a água (ou solo) para facilitar seu pouso?	Por favor, oriente seu refletor para uma nuvem, piscando se possível, e, caso ouça ou aviste minha aeronave, dirija seu facho contra o vento (ou solo) para facilitar meu pouso.
QUR	Os sobreviventes: 1. receberam equipamentos salva-vidas? 2. foram recolhidos por embarcação de salvamento? 3. foram encontrados por um grupo de salvamento de terra?	Os sobreviventes: 1. receberam equipamentos salva-vidas lançados por...; 2. foram recolhidos por enbarcação de salvamento; 3. foram encontrados pela unidade de salvamento de terra.
QUS	Você avistou sobreviventes ou destroços? Em caso afirmativo, em que posição?	Avistei: 1. sobreviventes na água; 2. sobreviventes em balsas; 3. destroços na latitude ..., longitude ... (ou de acordo com qualquer outra informação).
QUT	Foi marcado o local do acidente?	A posição do acidente está marcada por: 1. baliza flamígera ou fumígena; 2. bóia; 3. produto corante; 4. ... (especificar qualquer outro sinal).
QUU	Devo dirigir o navio ou aeronave para minha posição?	Dirija o navio ou aeronave... (indicativo de chamada):

(continua)

Abreviaturas	Perguntas	Respostas ou Informações
		1. para sua posição transmitindo seu indicativo de chamada e traços longos em... kHz (ou em... MHz); 2. transmitindo em... kHz (ou em... MHz) o rumo VERDADEIRO para chegar a você.
QUW	Você está na área de busca designada como... (nome da zona ou latitude e longitude)?	Eu estou na área de busca... (designação).
QUY	Foi marcada a posição da embarcação de salvamento?	A posição da embarcação de salvamento foi marcada às... horas, por: 1. baliza flamígera ou fumígena; 2. bóia; 3. produto corante; 4. ... (especificar qualquer outro sinal).
	Identificação	
QTT	O meu sinal de identificação se sobrepõe a outra emissão?	O sinal de identificação que segue se sobrepõe à outra emissão.

6. SOLETRAÇÃO PADRÃO FONÉTICA

Desde o ano de 1953, quando a International Civil Aeronautics Organization (ICAO) substituiu o alfabeto ABLE/BAKER pelo alfabeto ALFA/BRAVO, está em vigor, no mundo inteiro, para todos os serviços de telecomunicação em fonia, o seguinte alfabeto:

Letras

Letras a serem transmitidas	Palavras-código a serem usadas	Pronunciadas em português (grifadas as sílabas acentuadas)
A	Alfa	*AL* FA
B	Bravo	*BRA* VO
C	Charlie	*CHAR* LI
D	Delta	*DEL* TA
E	Echo	*E* CO
F	Foxtrot	*FOX* TROT
G	Golf	*GOLF*
H	Hotel	*HO* TEL
I	Índia	*IN* DI A
J	Juliett	*JU* LI ET
K	Kilo	*KI* LO
L	Lima	*LI* MA
M	Mike	*MAIK*
N	November	NO *VEM* BER
O	Oscar	*OS* CAR
P	Papa	PA *PA*
Q	Quebec	QUE *BEK*
R	Romeu	*RO* MEO
S	Sierra	SI *E* RRA
T	Tango	*TAN* GO
U	Uniform	*IU* NI FORM OU *U* NI FORM
V	Victor	*VIC* TOR
W	Whiskey	*UIS* KI
X	X-ray	*EX* REY
Y	Yankee	*IAN* QUI
Z	Zulu	*ZU* LU

Números

Algarismos ou sinais a serem transmitidas	Palavras-código a serem usadas	Pronúncia
0	Nadazero	NA-DA-SI-RO
1	Unaone	U-NA-UAN
2	Bissotwo	BI-SO-TU
3	Terrathree	TE-RA-TRI
4	Kartefour	KAR-TE-FOR
5	Pantafive	PAN-TA-FAIF
6	Soxisix	SOK-SI-SIX
7	Setteseven	SE-TE-SEVEN
8	Oktoeight	OK-TO-EIT
9	Novenine	NO-VE-NAIN
Ponto Decimal	Decimal	DE-SI-MAL
Ponto Final	Stop	STOP

7. CÓDIGOS DE REPORTAGEM

Para possibilitar a transmissão de informação comparável sobre os sinais recebidos, de forma concisa e com poucos caracteres, foram introduzidos nos serviços de radiocomunicações os códigos de reportagem.

Um dos códigos mais antigos e ainda utilizados no serviço de radioamador é o sistema RST, onde a letra R representa a legibilidade dos sinais (*readability*), a letra S representa sua intensidade (*strength*) e a letra T a tonalidade (*tone*). Este último indicador somente está sendo utilizado em telegrafia, assim que para fonia bastam dois algarismos, do R e do S.

O significado dos algarismos é o seguinte:

R

1. Ilegível.
2. Só poucas palavras identificáveis.
3. Legível com dificuldade.
4. Legível quase sem dificuldade.
5. Perfeitamente legível.

S

1. Sinais quase imperceptíveis.
2. Sinais muito fracos.
3. Sinais fracos.
4. Sinais razoáveis.
5. Sinais razoavelmente bons.
6. Sinais bons.
7. Sinais moderadamente fortes.
8. Sinais fortes.
9. Sinais muito fortes.

T

1. Zumbido muito forte de AC, muito rouco e espalhando.
2. Zumbido forte, rouco e espalhando.
3. Zumbido por insuficiência de filtragem.
4. Sinais de filtragem, mas ainda rouco.
5. Filtrado, mas ainda com ondulação.
6. Filtrado com pouca ondulação.
7. Som quase puro, com apenas traços de ondulação.
8. Som quase perfeito, com levíssimos traços de ondulação.
9. Perfeito e limpo.

Como se vê, o indicador T ainda se originou do tempo em que os transmissores de telegrafia eram alimentados no estágio final diretamente por corrente alternada, sem retificação e filtragem, e continuou ainda por muitos anos até a invenção dos capacitores eletrolíticos.

Para facilitar ao radioamador a indicação do valor S (intensidade de sinal), os instrumentos de receptores e transceptores incorporam um essímetro, que dá a leitura direta do valor. Infelizmente, inexiste padronização mundial entre os fabricantes, assim vamos dar apenas a escala de sinais para o caso onde S9 corresponde a um sinal de 50 μV.

S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9 + 20dB	9 + 40dB	9 + 60dB	
Sinal	0,2	0,4	0,75	1,5	3	6	12	25	50	500	5 000	50 000	μV

Como se vê, com o aumento de um S, a tensão dobra (aumento de 3 dB) e a potência quadruplica (aumento de 6 dB). As expressões +20 dB, +40 dB e +60 dB se referem à potência, pois a diferença entre duas marcas subseqüentes em tensão é de 10 dB.

Sistemas mais atualizados de reportagem, porém por enquanto pouco utilizados pelos radioamadores, são o Signal-Interference-Noise-Propagation-Overall (SINPO) e sua forma ainda mais desenvolvida, e o Signal-Interference-Noise-Propagation-Fading-Modulation quality-Modulation depth-Overall (SINPFEMO).

Código SINPO

Escalas	Intensidade do sinal	EFEITOS PREJUDICIAIS			Apreciações do conjunto
		Interferências	Ruídos	Perturbações da propagação	
5	Excelente	Nenhuma	Nenhum	Nenhuma	Excelente
4	Boa	Pequena	Pequeno	Pequenas	Boa
3	Regular	Moderada	Moderado	Moderadas	Aceitável
2	Fraca	Intensa	Intenso	Intensas	Medíocre
1	Pouco perceptível	Muito intensa	Muito intenso	Muito intensas	Inutilizável

Código SINPFEMO

	S	I	N	P	F	E	M	O
		Efeitos prejudiciais				Modulação		
Escalas	Intensidade do sinal	Interferências	Ruídos	Distúrbios de Propagação	Freqüências de Desvanecimento	Qualidade	Profundidade (Penetração)	Apreciações do conjunto
5	Excelente	Nenhuma	Nenhum	Nenhum	Nenhuma	Excelente	Máxima	Excelente
4	Boa	Pequena	Pequeno	Pequeno	Lenta	Boa	Boa	Boa
3	Aceitável	Moderada	Moderado	Moderado	Moderada	Aceitável	Aceitável	Aceitável
2	Medíocre	Intensa	Intenso	Intenso	Rápida	Medíocre	Medíocre ou nenhuma	Medíocre
1	Pouco perceptível	Muito intensa	Muito intenso	Muito intenso	Muito rápida	Muito medíocre	Continuamente sobremodulada	Inutilizável

Observações Especiais:

a. Com a palavra-código SINPO ou SINPFEMO, seguida de um grupo de cinco ou oito algarismos que descrevem, respectivamente, as cinco ou oito características que figuram no código correspondente, compõe-se uma informação codificada.

b. Para as características não avaliadas, se utilizará a letra X em vez de um algarismo.

c. Embora o código SINPFEMO esteja previsto para radiotelefonia, poderá ser também utilizado para radiotelegrafia.

d. A apreciação do conjunto em radiotelegrafia é interpretada na forma indicada nas Tabelas 7.1 e 7.2 seguintes:

TABELA 7.1

Apreciações do conjunto	Telegrafia automatizada
5. Excelente	Quatro canais multiplexados por divisão no tempo
4. Boa	Dois canais multiplexados por divisão no tempo
3. Aceitável	Sistema assíncrono de um canal, qualidade razoavelmente comercial
2. Medíocre	BK, XQ e indicativos de chamada legíveis
1. Inutilizável	Ilegível

TABELA 7.2

Apreciações do conjunto	Telegrafia Morse
5. Excelente	Alta velocidade
4. Boa	Cem palavras por minuto
3. Aceitável	Cinqüenta palavras por minuto
2. Medíocre	BKs, XQs e indicativos de chamada legíveis
1. Inutilizável	Ilegíveis

e. A apreciação do conjunto em radiotelefonia é interpretada na forma indicada na Tabela 7.3.

TABELA 7.3

Apreciações do conjunto	Condições de recepção	Classificação
5. Excelente	Qualidade do sinal não afetada	Comercial
4. Boa	Qualidade do sinal pouco afetada	Comercial
3. Aceitável	Qualidade do sinal seriamente afetada; canal utilizado por operadores ou por assinantes experientes	Razoavelmente Comercial
2. Medíocre	Canal utilizado apenas por operadores	Não-comercial
1. Inutilizável	Canal inutilizável por operadores	Não-comercial

8. ABREVIATURAS E SINAIS

8. Abreviaturas e Sinais

Abreviaturas ou sinais	Definições
AA	Tudo após... (usado depois de uma pergunta para solicitar uma repetição).
AB	Tudo antes... (usado depois de uma pergunta para solicitar uma repetição).
ADS	Endereço ... (usado depois de uma pergunta para solicitar uma repetição).
AR	Fim de transmissão (.-.-. Para ser transmitido como sinal único).
AS	Período de espera (.-... Para ser transmitido como sinal único).
BK	Sinal usado para interromper uma transmissão em curso.
BN	Tudo entre ... e ... (usado depois de uma pergunta para solicitar uma repetição).
BQ	Resposta a um RQ.
CFM	Confirme (ou eu confirmo).
CL	Estou fechando minha estação.
COL	Confira (ou eu confiro).
CP	Chamada geral para duas ou mais estações específicas.
CQ	Chamada geral para todas as estações.
CS	Indicativo de chamada (usado para solicitar o indicativo de chamada de outra estação).
DDD	Usada para identificar a transmissão de uma mensagem de emergência por uma estação que não esteja em situação de emergência.
DE	"De..." (usado precedendo o indicativo de chamada da estação).

(continua)

Abreviaturas ou sinais	Definições
DF	Sua posição às ... horas era ... graus, no setor duvidoso desta estação, com um erro possível de ... graus.
DO	Posição duvidosa. Peça nova posição mais tarde (ou às ... horas).
E	Este (ponto cardeal).
ER	Aqui...
ETA	Hora estimada de chegada.
ITP	Contagem de pontuação.
K	Convite a transmitir.
KMH	Quilômetro por hora.
KTS	Milhas náuticas por hora (nós).
MIN	Minuto (ou minutos).
MPH	Milhas por hora.
MSG	Prefixo indicando uma mensagem para ou de um capitão de um navio, referente à sua operação e navegação.
N	Norte (ponto cardeal).
NIL	Não tenho nada para você.
NO	Não (negativo).
NW	Agora.
OK	Concordamos (ou está correto).
OL	Carta oceânica.
P	Prefixo indicando um radiotelegrama privado.

(continua)

Abreviaturas ou sinais	Definições
PBL	Preâmbulo (usado depois de uma pergunta para solicitar uma repetição).
R	Recebido.
REF	Referência a ... (ou refere a ...).
RPT	Repita (ou eu repito).
RQ	Indicação de uma pergunta.
S	Sul (ponto cardeal).
SIG	Assinatura (usada depois de uma pergunta para solicitar uma repetição).
SLT	Carta radiomarítima.
SOS	Sinais de socorro (...---... transmitido como sinal único).
SS	Indicativo que precede o nome de uma estação de navio.
SVC	Prefixo indicando um telegrama de serviço.
SYS	Refere a seu telegrama de serviço.
TFC	Tráfego.
TR	Usado por uma estação terrestre para solicitar a posição e o próximo porto de chamada de uma estação móvel; usado também como prefixo na resposta.
TTT	Esse grupo, quando transmitido três vezes, constitui sinal de segurança.
TU	Obrigado.
TXT	Texto (usado depois de uma pergunta para solicitar uma repetição).
VA	Fim do trabalho (...- - para ser enviado como sinal único).

(continua)

Abreviaturas ou sinais	Definições
W	Oeste (ponto cardeal).
WS	Palavra depois ... (usado depois de uma pergunta para solicitar uma repetição).
WB	Palavra antes ... (usado depois de uma pergunta para solicitar uma repetição).
WD	Palavra(s) ou grupo(s).
XQ	Prefixo usado para indicar uma comunicação de operação no serviço fixo.
XXX	Esse grupo, quando transmitido três vezes, constitui sinal de urgência.
YES	Sim (afirmativa).

9. O CÓDIGO DE LOCALIZAÇÃO *GRIDLOCATOR*

Para identificar um local do planeta por meio de coordenadas geográficas são necessários, na maioria dos casos, catorze caracteres. Por exemplo, a estação do autor é localizada na latitude de 23°33'S e na longitude de 46°39'W: são catorze caracteres. No caso da longitude ser de 100° ou mais, são necessários quinze caracteres, ao passo que 8°5'N, 6°3'E representa o mínimo de dez caracteres.

Da mesma forma que os telegrafistas há mais de cem anos convencionaram códigos para transmitir informações com o menor número de caracteres, os radioamadores também convencionaram um código internacional para poder transmitir localização com o menor número de caracteres.

Este código é conhecido na Europa como *Maidenhead locator*, homenageando seu idealizador, porém nas Américas é referido simplesmente como *gridlocator*, com quatro sílabas em lugar de seis. Este sistema reduz o número de caracteres, para uma identificação de exatidão satisfatória do local, de dez a quinze para seis.

Contrariamente ao sistema utilizado em navegação, onde a latitude sempre precede a longitude, no *gridlocator* a longitude precede a latitude.

O sistema consta dos seguintes seis caracteres:

Posições	Tipos do caracter	Coordenadas	Incrementos
Primeira	Letra	Longitude	de 20° em 20°
Segunda	Letra	Latitude	de 10° em 10°
Terceira	Algarismo	Longitude	de 2° em 2°
Quarta	Algarismo	Latitude	de 1° em 1°
Quinta	Letra	Longitude	de 5' em 5'
Sexta	Letra	Latitude	de 2,5' em 2,5'

Agora vamos ver o significado das primeiras duas letras:

Códigos	Longitudes (graus) Primeira letra	Latitudes (graus) Segunda letra
A	–180 a –160	–90 a –80
B	–160 a –140	–80 a –70
C	–140 a –120	–70 a –60

(continua)

D	−120 a −100	−60 a −50
E	−100 a −80	−50 a −40
F	−80 a −60	−40 a −30
G	−60 a −40	−30 a −20
H	−40 a −20	−20 a −10
I	−20 a 0	−10 a 0
J	0 a +20	0 a +10
K	+20 a +40	+10 a +20
L	+40 a +60	+20 a +30
M	+60 a +80	+30 a +40
N	+80 a +100	+40 a +50
O	+100 a +120	+50 a +60
P	+120 a +140	+60 a +70
Q	+140 a +160	+70 a +80
R	+160 a +180	+80 a +90

O significado dos algarismos é o seguinte:

Códigos	Longitudes (graus) Primeiro algarismo		Latitudes (graus) Segundo algarismo	
	Longitude oeste	Longitude leste	Latitude sul	Latitude norte
0	−20 a −18	0 a +2	−10 a −9	0 a +1
1	−18 a −16	+2 a +4	−9 a −8	+1 a +2
2	−16 a −14	+4 a +6	−8 a −7	+2 a +3
3	−14 a −12	+6 a +8	−7 a −6	+3 a +4
4	−12 a −10	+8 a +10	−6 a −5	+4 a +5
5	−10 a −8	+10 a +12	−5 a −4	+5 a +6
6	−8 a −6	+12 a +14	−4 a −3	+6 a +7
7	−6 a −4	+14 a +16	−3 a −2	+7 a +8
8	−4 a −2	+16 a +18	−2 a −1	+8 a +9
9	−2 a 0	+18 a +20	−1 a 0	+9 a +10

O significado da terceira e quarta letras é o seguinte:

Códigos	Longitudes (minutos) Terceira letra		Latitudes (minutos) Quarta letra	
	Longitude oeste	Longitude leste	Latitude sul	Latitude norte
A	-120' a -115'	0' a +5'	-60,0' a -57,5'	0,0' a +2,5'
B	-115' a -110'	+5' a +10'	-57,5' a -55,0'	+2,5' a +5,0'
C	-110' a -105'	+10' a +15'	-55,0' a -52,5'	+5,0' a +7,5'
D	-105' a -100'	+15' a +20'	-52,5' a -50,0'	+7,5' a +10,0'
E	-100' a -95'	+20' a +25'	-50,0' a -47,5'	+10,0' a +12,5'
F	-95' a -90'	+25' a +30'	-47,5' a -45,0'	+12,5' a +15,0'
G	-90' a -85'	+30' a +35'	-45,0' a -42,5'	+15,0' a +17,5'
H	-85' a -80'	+35' a +40'	-42,5' a -40,0'	+17,5' a +20,0'
I	-80' a -75'	+40' a +45'	-40,0' a -37,5'	+20,0' a +22,5'
J	-75' a -70'	+45' a +50'	-37,5' a -35,0'	+22,5' a +25,0'
K	-70' a -65'	+50' a +55'	-35,0' a -32,5'	+25,0' a +27,5'
L	-65' a -60'	+55' a +60'	-32,5' a -30,0'	+27,5' a +30,0'
M	-60' a -55'	+60' a +65'	-30,0' a -27,5'	+30,0' a +32,5'
N	-55' a -50'	+65' a +70'	-27,5' a -25,0'	+32,5' a +35,0'
O	-50' a -45'	+70' a +75'	-25,0' a -22,5'	+35,0' a +37,5'
P	-45' a -40'	+75' a +80'	-22,5' a -20,0'	+37,5' a +40,0'
Q	-40' a -35'	+80' a +85'	-20,0' a -17,5'	+40,0' a +42,5'
R	-35' a -30'	+85' a +90'	-17,5' a -15,0'	+42,5' a +45,0'
S	-30' a -25'	+90' a +95'	-15,0' a -12,5'	+45,0' a +47,5'
T	-25' a -20'	+95' a +100'	-12,5' a -10,0'	+47,5' a +50,0'
U	-20' a -15'	+100' a +105'	-10,0' a -7,5'	+50,0' a +52,5'
V	-15' a -10'	+105' a +110'	-7,5' a -5,0'	+52,5' a +55,0'
W	-10' a -5'	+110' a +115'	-5,0' a -2,5'	+55,0' a +57,5'
X	-5' a 0'	+115' a +120'	-2,5' a 0,0'	+57,5' a +60,0'

Conforme convenção, longitudes oeste são consideradas negativas, longitudes leste, positivas; latitudes sul são consideradas negativas, latitudes norte, positivas.

Como podemos verificar, as longitudes são a soma da primeira letra (de 20° em 20°), mais o primeiro algarismo (de 2° em 2°) e mais a terceira letra (de 5' em 5'). Obviamente, os sinais do segundo e terceiro componentes sempre acompanham o sinal do primeiro. Da mesma forma, as latitudes são a soma da segunda letra (de 10° em 10°), mais o segundo algarismo (de 1° em 1°) e mais a quarta letra (de 2,5' em 2,5'). Também neste caso, os sinais do segundo e terceiro componentes acompanham o sinal do primeiro.

Como encontrar o código *gridlocator* de um local com coordenadas geográficas conhecidas?

Tomamos como exemplo o caso da estação do autor. Suas coordenadas geográficas são: Longitude 46°39'W e Latitude 23°33'S.

A longitude de 46°39'W fica:
- entre -60° e -40°: primeira letra: G;
- entre -6° e -8°: primeiro algarismo: 6;
- entre -40,0' e -35,0': terceira letra: Q.

A latitude de 23°33'S fica:
- entre -30° e -20°: segunda letra: G;
- entre -4° e -3°: segundo algarismo: 6;
- entre -35,0' e -32,5': quarta letra: K.

O código completo fica, então: GG66QK

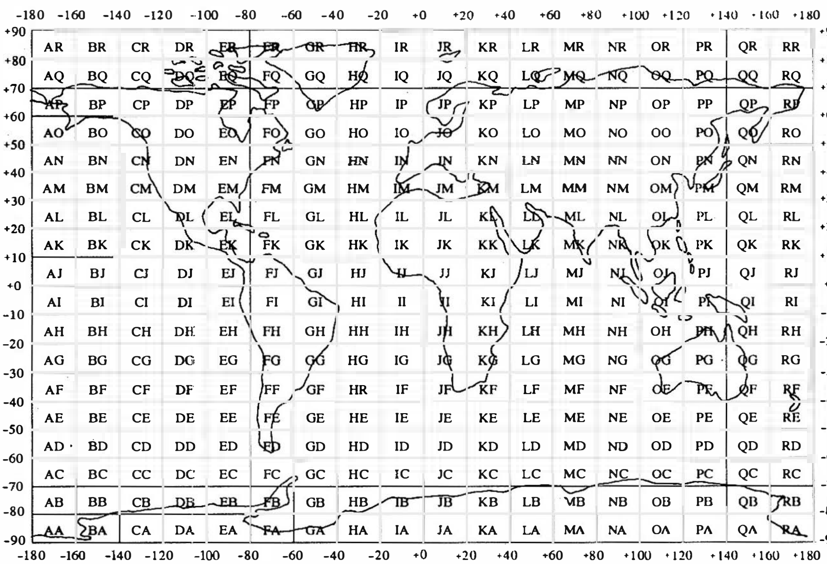


Fig. 9.1 Projeção Mercator do mundo com a grade do localizador.

Embora o sistema pareça mais complicado pela intercalação de longitudes e latitudes, na realidade representa simplificação no uso geral, pois permite a simples eliminação dos dois últimos caracteres no caso de não necessitar de exatidão elevada, ficando o código apurado simplesmente GG66.

Agora vamos fazer o exercício contrário. Um radioamador norte-americano nos deu como código *gridlocator* FM18LW. Onde está localizada a estação deste radioamador?

- Primeira letra F entre longitudes -80° e -60°;
- Segunda letra M entre latitudes +30° e +40°;
- Primeiro algarismo 1 entre longitudes -16° e -18°;
- Segundo algarismo 8 entre latitudes +8° e +9°;
- Terceira letra L entre longitudes -60' e -65';
- Quarta letra W entre latitudes +55' e +57,5'.

A estação fica então entre longitudes de:
- -60° -16° e -60', ou seja, 77°W; e
- -60° -16° e -65', ou seja, 77°05'W;

e entre latitudes de:
- +30° +8° +55', ou seja, 38°55'N e
- +30° +8° +57,5', ou seja, 38°57,5'N, isto é, na cidade de Washington DC, capital dos Estados Unidos da América.

Ao ver o sistema pela primeira vez, ele parece complicado, porém, com um pouco de prática, o radioamador fica capacitado a converter coordenadas geográficas em código *gridlocator* e vice-versa.

10. PREFIXOS INTERNACIONAIS

Alocação de prefixos internacionais pela International Telecommunications Union (ITU) entre as administrações nacionais e outras entidades, com sua identificação em idioma inglês. As administrações nacionais são livres para alocar indicativos de chamada com os prefixos dentro dos limites do plano internacional.

Lista de Prefixos

AAA-ALZ	United States of America
AMA-AOZ	Spain
APA-ASZ	Pakistan (Islamic Republic of)
ATA-AWZ	India (Republic of)
AXA-AXZ	Australia
AYA-AZZ	Argentine (Republic of)
A2A-A2Z	Botswana (Republic of)
A3A-A3Z	Tonga (Kingdom of)
A4A-A4Z	Oman (Sultanate of)
A5A-A5Z	Bhutan (Kingdom of)
A6A-A6Z	United Arab Emirates
A7A-A7Z	Qatar (State of)
A8A-A8Z	Liberia (Republic of)
A9A-A9Z	Bahrain (State of)
BAA-BZZ	China (People's Republic of)
CAA-CEZ	Chile
CFA-CKZ	Canada
CLA-CMZ	Cuba
CNA-CNZ	Morocco (Kingdom of)
COA-COZ	Cuba
CPA-CPZ	Bolivia (Republic of)
CQA-CUZ	Portugal
CVA-CXZ	Uruguay (Oriental Republic of)
CYA-CZZ	Canada
C2A-C2Z	Nauru (Republic of)
C3A-C3Z	Andorra (Principality of)
C4A-C4Z	Cyprus (Republic of)
C5A-C5Z	Gambia (Republic of the)
C6A-C6Z	Bahamas (Commonwealth of the)
C7A-C7Z	World Meteorological Organization
C8A-C9Z	Mozambique (People's Republic of)
DAA-DRZ	Germany (Federal Republic of)
DSA-DTZ	Korea (Republic of)
DUA-DZZ	Philippines (Republic of the)
D2A-D3Z	Angola (People's Republic of)
D4A-D4Z	Cape Verde (Republic of)

D5A-D5Z	Liberia (Republic of)
D6A-D6Z	Comoros (Federal and Islamic Republic of the)
D7A-D9Z	Korea (Republic of)
EAA-EHZ	Spain
EIA-EJZ	Ireland
EKA-EKZ	Ex-URSS
ELA-ELZ	Liberia (Republic of)
EMA-EOZ	Ex-URSS
EPA-EQZ	Iran (Islamic Republic of)
ERA-ESZ	Estonia
ETA-ETZ	Ethiopia
EUA-EWZ	Belarus
EXA-EZZ	Ex-URSS
FAA-FZZ	France
GAA-GZZ	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
HAA-HAZ	Hungary (Republic of)
HBA-HBZ	Switzerland (Confederation of)
HCA-HDZ	Ecuador
HEA-HEZ	Switzerland (Confederation of)
HFA-HFZ	Poland (Republic of)
HGA-HGZ	Hungary (Republic of)
HHA-HHZ	Haiti (Republic of)
HIA-HIZ	Dominican Republic
HJA-HKZ	Colombia (Republic of)
HLA-HLZ	Korea (Republic of)
HMA-HMZ	Democratic People's Republic of Korea
HNA-HNZ	Iraq (Republic of)
HOA-HPZ	Panama (Republic of)
HQA-HRZ	Honduras (Republic of)
HSA-HSZ	Thailand
HTA-HTZ	Nicaragua
HUA-HUZ	El Salvador (Republic of)
HVA-HVZ	Vatican City State
HWA-HYZ	France
HZA-HZZ	Saudi Arabia (Kingdom of)
H2A-H2Z	Cyprus (Republic of)
H3A-H3Z	Panama (Republic of)
H4A-H4Z	Solomon Islands
H6A-H7Z	Nicaragua
H8A-H9Z	Panama (Republic of)
IAA-IZZ	Italy
JAA-JSZ	Japan
JTA-JVZ	Mongolian People's Republic
JWA-JXZ	Norway
JYA-JYZ	Jordan (Hashemite Kingdom of)
JZA-JZZ	Indonesia (Republic of)
J2A-J2Z	Djibouti (Republic of)

J3A-J3Z	Grenada
J4A-J4Z	Greece
J5A-J5Z	Guinea-Bissau (Republic of)
J6A-J6Z	Saint Lucia
J7A-J7Z	Dominica
J8A-J8Z	St. Vincent and the Grenadines
KAA-KZZ	United States of America
LAA-LNZ	Norway
LCA-LWZ	Argentine (Republic of)
LXA-LXZ	Luxembourg
LYA-LYZ	Lithuania
LZA-LZZ	Bulgaria (Republic of)
L2A-L9Z	Argentine (Republic of)
MAA-MZZ	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
NAA-NZZ	United States of America
OAA-OCZ	Peru
ODA-ODZ	Lebanon
OEA-OEZ	Austria
OFA-OJZ	Finland
OKA-OMZ	Czechoslovak Republic
ONA-OTZ	Belgium
OUA-OZZ	Denmark
PAA-PIZ	Netherlands (Kingdom of the)
PJA-PJZ	Netherlands Antilles
PKA-POZ	Indonesia (Republic of)
PPA-PYZ	Brazil (Federative Republic of)
PZA-PZZ	Suriname (Republic of)
P2A-P2Z	Papua New Guinea
P3A-P3Z	Cyprus (Republic of)
P4A-P4Z	Aruba
P5A-P9Z	Democratic People's Republic of Korea
QAA-QZZ	(Service abbreviations)[1]
RAA-RAZ	Russia (Republic of)
RBA-RBZ	Ukraine (Republic of)
RCA-RCZ	Belarus (Republic of)
RDA-RDZ	Azerbaijan (Republic of)
RFA-RFZ	Georgia (Republic of)
RGA-RGZ	Armenia (Republic of)
RHA-RHZ	Turkmenistan (Republic of)
RIA-RIZ	Uzbekistan
RJA-RJZ	Tadzikistan (Republic of)
RLA-RLZ	Kazakhistan (Republic of)
RMA-RMZ	Kirghizistan (Republic of)
RNA-RNZ	Russia (Republic of)
ROA-ROZ	Moldavia (Republic of)

1. Ver Apêndice 5.

RPA-RPZ	*ver* LYA-LYZ (Lithuania)
RQA-RQZ	*ver* YLA-YLZ (Latvia)
RRA-RRZ	*ver* ESA-ESZ (Estonia)
RTA-RTZ	Ukraine (Republic of)
RVA-RVZ	Russia (Republic of)
RWA-RWZ	Russia (Republic of)
RYA-RYZ	Ukraine (Republic of)
RZA-RZZ	Russia (Republic of)
SAA-SMZ	Sweden
SNA-SRZ	Poland (Republic of)
SSA-SSM	Egypt (Arab Republic of)
SSN-STZ	Sudan (Democratic Republic of the)
SUA-SUZ	Egypt (Arab Republic of)
SVA-SZZ	Greece
S2A-S3Z	Bangladesh (People's Republic of)
S6A-S6Z	Singapore (Republic of)
S7A-S7Z	Seychelles (Republic of)
S9A-S9Z	Sao Tome and Principe (Democratic Republic of)
TAA-TCZ	Turkey
TDA-TDZ	Guatemala (Republic of)
TEA-TEZ	Costa Rica
TFA-TFZ	Iceland
TGA-TGZ	Guatemala (Republic of)
THA-THZ	France
TIA-TIZ	Costa Rica
TJA-TJZ	Cameroon (United Republic of)
TKA-TKZ	France
TLA-TLZ	Central African Republic
TMA-TMZ	France
TNA-TNZ	Congo (People's Republic of the)
TOA-TQZ	France
TRA-TRZ	Gabon Republic
TSA-TSZ	Tunisia
TTA-TTZ	Chad (Republic of)
TUA-TUZ	Ivory Coast (Republic of the)
TVA-TXZ	France
TYA-TYZ	Benin (People's Republic of)
TZA-TZZ	Mali (Republic of)
T2A-T2Z	Tuvalu
T3A-T3Z	Kiribati Republic
T4A-T4Z	Cuba
T5A-T5Z	Somali Democratic Republic
T6A-T6Z	Afghanistan (Democratic Republic of)
T7A-T7Z	San Marino (Republic of)
UAA-UAZ	Russia (Republic of)
UBA-UBZ	Ukraine (Republic of)
UCA-UCZ	Belalus (Republic of)

UDA-UDZ	Azerbaijan (Republic of)
UFA-UFZ	Georgia (Republic of)
UGA-UGZ	Armenia (Republic of)
UHA-UHZ	Turlemenistan (Republic of)
UIA-UIZ	Uzbeleistan (Republic of)
UJA-UJZ	Tadzileistan (Republic of)
ULA-ULZ	Kazakhistan (Republic of)
UMA-UMZ	Kinghizistan (Republic of)
UNA-UNZ	Russia (Republic of)
UOA-UOZ	Moldavia (Republic of)
UPA-UPZ	*ver* LYA-LYZ (Lithuania)
UQA-UPZ	*ver* YLA-YLZ (Latevia)
URA-URZ	*ver* ESA-ESZ (Estonia)
UTA-UTZ	Ukraine (Republic of)
UVA-UVZ	Russia (Republic of)
UWA-UWZ	Russia (Republic of)
UYA-UYZ	Ukraine (Republic of)
UZA-UZZ	Russia (Republic of)
VAA-VGZ	Canada
VHA-VNZ	Australia
VOA-VOZ	Canada
VPA-VSZ	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
VTA-VWZ	India (Republic of)
VXA-VYZ	Canada
VZA-VZZ	Australia
V2A-V2Z	Antigua and Barbuda
V3A-V3Z	Belize
V4A-V4Z	St. Christopher & Nevis
V8A-V8Z	Brunei
WAA-WZZ	United States of America
XAA-XIZ	Mexico
XJA-XOZ	Canada
XPA-XPZ	Denmark
XOA-XRZ	Chile
XSA-XSZ	China (People's Republic of)
XTA-XTZ	Burkina Faso
XUA-XUZ	Democratic Kampuchea
XVA-XVZ	Viet Nam (Socialist Republic of)
XWA-XWZ	Lao People's Democratic Republic
XXA-XXZ	Portugal
XYA-XZZ	Burma (Socialist Republic of the Union of)
YAA-YAZ	Afghanistan (Democratic Republic of)
YBA-YHZ	Indonesia (Republic of)
YIA-YIZ	Iraq (Republic of)
YJA-YJZ	New Hebrides
YKA-YKZ	Syrian Arab Republic
YLA-YLZ	Latvia

YMA-YMZ	Turkey
YNA-YNZ	Nicaragua
YOA-YRZ	Romania (Republic of)
YSA-YSZ	El Salvador (Republic of)
YTA-YTZ	Yugoslavia (Serbia and Montenegro)
YU1A-YU1Z	Yugoslavia (Serbia and Montenegro)
YU2A-YU2Z	Croatia
YU3A-YU3Z	Slovenia
YU4A-YU4Z	Bosnia-Herzegovina
YU5A-YU7Z	Yugoslavia (Serbia and Montenegro)
YVA-YYZ	Venezuela (Republic of)
YZA-YZZ	Yugoslavia (Serbia and Montenegro)
Y2A-Y9Z	Ex-German Democratic Republic (now Federal Republic of Germany)
ZAA-ZAZ	Albania (Republic of)
ZBA-ZJZ	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
ZKA-ZMZ	New Zealand
ZNA-ZOZ	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
ZPA-ZPZ	Paraguay (Republic of)
ZQA-ZQZ	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
ZRA-ZUZ	South Africa (Republic of)
ZVA-ZZZ	Brazil (Federative Republic of)
Z2A-Z2Z	Zimbabwe (Republic of)
2AA-2ZZ	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
3AA-3AZ	Monaco
3BA-3AZ	Mauritius
3CA-3CZ	Equatorial Guinea (Republic of)
3DA-3DM	Swaziland (Kingdom of)
3DN-3DZ	Fiji
3EA-3FZ	Panama (Republic of)
3GA-3GZ	Chile
3HA-3UZ	China (People's Republic of)
3VA-3VZ	Tunisia
3WA-3WZ	Viet Nam (Socialist Republic of)
3XA-3XZ	Guinea (People's Revolutionary Republic of)
3YA-3YZ	Norway
3ZA-3ZZ	Poland (Republic of)
4AA-4CA	Mexico
4DA-4IZ	Philippines (Republic of the)
4JA-4LZ	Ex-URSS
4MA-4MZ	Venezuela (Republic of)
4NA-4OZ	Yugoslavia (Federal Republic of)
4PA-4SZ	Sri Lanka (Democratic Socialist Republic of)
4TA-4TZ	Peru
4UA-4UZ	United Nations Organization
4VA-4VZ	Haiti (Republic of)
4WA-4WZ	Yemen Arab Republic
4XA-4XZ	Israel (State of)

4YA-4YZ	International Civil Aviation Organization
4ZA-4ZZ	Israel (State of)
5AA-5AZ	Libya (Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya)
5BA-5BZ	Cyprus (Republic of)
5CA-5GZ	Morocco (Kingdom of)
5HA-5IZ	Tanzania (United Republic of)
5JA-5KZ	Colombia (Republic of)
5LA-5MZ	Liberia (Republic of)
5NA-5OZ	Nigeria (Federal Republic of)
5PA-5QZ	Denmark
5RA-5SZ	Madagascar (Democratic Republic of)
5TA-5TZ	Mauritania (Islamic Republic of)
5UA-5UZ	Niger (Republic of the)
5VA-5VZ	Togolese Republic
5WA-5WZ	Western Samoa
5XA-5XZ	Uganda (Republic of)
5YA-5ZZ	Kenya (Republic of)
6AA-6BZ	Egypt (Arab Republic of)
6CA-6CZ	Syrian Arab Republic
6DA-6JZ	Mexico
6KA-6NZ	Korea (Republic of)
6OA-6OZ	Somali Democratic Republic
6PA-6SZ	Pakistan (Islamic Republic of)
6TA-6UZ	Sudan (Democratic Republic of)
6VA-6WZ	Senegal (Republic of the)
6XA-6XZ	Madagascar (Democratic Republic of)
6YA-6YZ	Jamaica
6ZA-6ZZ	Liberia (Republic of)
7AA-6IZ	Indonesia (Republic of)
7JA-7NZ	Japan
7OA-7OZ	Yemen (People's Democratic Republic of)
7PA-7PZ	Lesotho (Kingdom of)
7QA-7QZ	Malawi (Republic of)
7RA-7RZ	Algeria (Algerian Democratic and Popular Republic)
7SA-7SZ	Saudi Arabia (Kingdom of)
7TA-7YZ	Indonesia (Republic of)
7ZA-7ZZ	Saudi Arabia (Kingdom of)
8AA-8IZ	Indonesia (Republic of)
8JA-8NZ	Japan
8OA-8OZ	Botswana (Republic of)
8PA-8PZ	Barbados
8QA-8QZ	Maldives (Republic of)
8RA-8RZ	Guyana
8SA-8SZ	Sweden
8TA-8YZ	India (Republic of)
8ZA-8ZZ	Saudi Arabia (Kingdom of)
9AA-922	Croatia

9BA-9DZ	Iran (Islamic Republic of)
9EA-9FZ	Ethiopia
9GA-9GZ	Ghana
9HA-9HZ	Malta (Republic of)
9IA-9JZ	Zambia (Republic of)
9KA-9KZ	Kuwait (State of)
9LA-9LZ	Sierra Leone
9MA-9MZ	Malaysia
9NA-9NZ	Nepal
9OA-9TZ	Zaire (Republic of)
9UA-9UZ	Burundi (Republic of)
9VA-9VZ	Singapore (Republic of)
9WA-9WZ	Malaysia
9XA-9XZ	Rwanda (Republic of)
9YA-9ZZ	Trinidad and Tobago

11. O QUE PODEMOS ARMAZENAR NAS MEMÓRIAS DOS EQUIPAMENTOS DE HF DE COBERTURA GERAL?

Hoje em dia, muitos transceptores e receptores de banda corrida são equipados com memórias, muitas vezes com cem memórias ou até mais. Também há muitos radioamadores, felizes proprietários desses transceptores, que não sabem o que fazer com essas memórias.

Nos equipamentos de VHF e UHF, as frequências a serem programadas variam, obviamente, de cidade para cidade e, no máximo, de região para região, sendo impossível, num livro, destinado a países distribuídos por cinco continentes, dar qualquer orientação quanto aos canais a serem programados.

Para os transceptores e receptores de ondas curtas (ou seja, de HF, ou de ondas decamétricas), é possível dar sugestões para programação tanto de caráter geral quanto de caráter continental para as áreas de interesse aos países de línguas ibéricas.

Freqüências sugeridas:

11.1 Freqüências-padrão

As freqüências-padrão, além de suas utilidades principais, isto é, a de fornecer horas, freqüências de rádio e de áudio com elevada exatidão, permitem a verificação das condições de propagação à respectiva área a qualquer hora do dia ou da noite:

Freqüencias (kHz)	Indicativos	Localização das estações
2 500	WWV	Fort Collins, Colorado, EUA
	ZUO	Pretória, África do Sul
	JJY	Tóquio, Japão
	WWVH	Kekaha, Kauai, Havaí
3 300	CHU	Ottawa, Ontário, Canadá
4 996	RWM	Novosibirsk, URSS
5 000	WWV	Fort Collins, Colorado, EUA
	WWVH	Kekaha, Kauai, Havaí
	ZUO	Pretória, África do Sul
	BPV	Xangai, China
	JJY	Tóquio, Japão

(continua)

	LOL	Buenos Aires, Argentina
5 004	RID	Irkutsk, URSS
7 335	CHU	Ottawa, Ontário, Canadá
7 500	VNG	Lyndhurst, Austrália
9 996	RWM	Novosibirsk, URSS
10 000	WWV	Fort Collins, Colorado, EUA
	WWVH	Kekaha, Kauai, Havaí
	BPV	Xangai, China
	JJY	Tóquio, Japão
	LOL	Buenos Aires, Argentina
10 004	RID	Irkutsk, URSS
14 670	CHU	Ottawa, Ontário, Canadá
14 996	RWM	Novosibirsk, URSS
15 000	WWV	Fort Collins, Colorado, EUA
	WWVH	Kekaha, Kauai, Havaí
	BPV	Xangai, China
	JJY	Tóquio, Japão
	LOL	Buenos Aires, Argentina
15 004	RID	Irkutsk, URSS
20 000	WWV	Fort Collins, Colorado, EUA
	WWVH	Kekaha, Kaciaí, Havaí

11.2 Emissões-piloto

Sistema mundial para verificação de propagação de emissões-piloto implantado pela North California DX Foundations (NCDXF): 14 100 kHz[1].

Emissões-piloto de São Paulo (PY2CRI): *gridlocator* GG67IF

1 825, 3 525, 7 048, 14 070, 18 100, 21 105, 24 930 e 28 225 kHz; todas com 5 W de potência, sendo os de 12 e 17 m com polarização vertical e as demais com polarização horizontal.

Emissão-piloto da Itália em 12 m: 24 914 (IK6BAK).

Emissões-piloto na banda de 10 m. Sendo esta banda a mais sujeita a variações de propagação por reflexão ionosférica entre as bandas de ondas decamétricas (HF), foi implantada uma rede mundial de emissões-piloto.

1. Mais detalhes sobre esse sistema, ver Item 13.4.

Freqüências (kHz)	Indicativos	Localizações	Tipos de emissão	Antenas	Polarizações	Potências ERP (W)
28 050	PY2GOB	São Paulo, Brasil		Omni	V	15
28 175	VE3TEN	Ottawa ON, Canadá		Omni	V	10
28 195	IY4M	Bolonha, Itália	A1A	Omni	V	20
28 200	IBP					
28 200	GB3SX	Crowborough, Inglaterra	F1A	N/S	H	8
28 200	KF4MS	St Petersburg, FL, EUA		Omni	V	75
28 201	LU8ED	Argentina				
28 2025	ZS5VHF	Natal, África do Sul		Omni	V	5
28 205	DL0IGI	Mt Predigtstuhl, Alemanha	F1A	Omni	V	100
28 207,5	W8FKL	Venice, FL, EUA		Omni	V	10
28 208	WA1IOB	Marlboro, MA, EUA		Omni	V	75
28 210	3B8MS	Maurício		Omni	V	
28 210	K4KMZ	Elizabethtown, KY, EUA		Omni	V	20
28 212,5	ZD9GI	Gough, Ilha de	F1A	Omni	V	
28 213,5	PT7BCN	Fortaleza, Brasil	A1A	Omni	V	5
28 215	GB3RAL	Slough, Inglaterra	F1A	Omni	V	20
28215	LU4XI	Cape Horn, Argentina				
28 217,5	WB9VMY/5	Oklahoma City, OK, EUA		Omni	V	4
28 218,5	PT8AA	Fortaleza, Brasil	A1A	Omni	V	5
28 220	5B4CY	Zyyi Cyprus	F1A	Omni	V	26
28 220		Brasília, Brasil	A1A	Omni	V	5
28 222	W9UXO	Chicago, IL, EUA		Omni	V	10
28 222,5	HG2BHA	Tapolca, Hungria	F1A	Omni	V	10
28 225	PY2AMI	Americana, Brasil	A1A	Omni	V	5
28 227,5	EA6AU	Mallorca, Ilhas Baleares	A1A	Omni	V	10
28 230	ZL2MHF	Mt Climie Nova Zelandia	F1A	Omni	V	50
28 232	W7JPI	Sonoita, AZ, EUA		Yagi-NE	H	5
28 2325	KD4EC	Jupiter, FL, EUA		Omni	V	7

(continua)

Freqüências (kHz)	Indicativos	Localizações	Tipos de emissão	Antenas	Polarizações	Potências ERP (W)
28 235	VP9BA	Hamilton, Bermudas	F1A	Omni	V	10
28 2375	LA5TEN	Oslo, Noruega	A1A	Omni	V	10
28 240	OA4CK	Lima, Peru	A1A			10
28 240,5	5Z4ERR	Quênia				
28 242,5	ZS1CTB	Capetown, África do Sul	F1A	Omni	V	20
28 245	A92C	Bahrain	F1A	NW/SE	H	
28 247,5	EA2HB	San Sebastian, Espanha		Omni	V	6
28 248	K1BZ	Belfast, ME, EUA		Omni	V	5
28 250	Z21ANB	Bulawayo, Zimbábue	F1A	Omni	V	15
28 252	WB4JHS	Durham, NC, EUA		Omni	V	7
28 255	LU1UG	G'ral Pico, Argentina		Omni	V	5
28 2575	DK0TE	Arbeitsgen, Alemanha	F1A	Omni	V	40
28 260	VK5WI	Adelaide, Austrália	A1A	Omni	V	10
28 262	VK2RSY	Sydney, NSW, Austrália	A1A	Omni	V	25
28 264	VK6RWA	Perth, WA, Austrália	A1A			
28 266	VK6RTW	Albany, WA, Austrália				
28 2685	W9KFO	Eaton, IN, EUA		Omni	V	0,75
28 270	ZS6PW	Pretória, África do Sul		Yagi to 'G'	H	10
28 270	VK4RTL	Townsville, Austrália				
28 2725	9L1FTN	Freetown, Sierra Leone		Omni	V	10
28 275	AL7GQ	Jackson, MS, EUA		Omni	H	1
28 2775	DF0AAB	Kiel, Alemanha	A1A	Omni	V	10
28 280	YV5AYV	Caracas, Venezuela	F1A	Yagi	H	10
28 280	LU8EB	Argentina				5
28 281	VE1MUF	Newfoundland, Canadá				
28 285	VP8ADE	Adelaide Is (Antártida)		V Beam to 'G'	H	8
28 286	KA1YE	Henrietta, NY, EUA	A1A	Omni	V	2
28 287	H44SI	Ilhas Salomão		Omni		15

(continua)

Freqüências (kHz)	Indicativos	Localizações	Tipos de emissão	Antenas	Polarizações	Potências ERP (W)
28 287	W8OMV	Ashville, NC, EUA		Omni	V	5
28 288	W2NZH	Moorestown, NJ, EUA	A1A	Omni	V	3
28 290	VS6TEN	Mt. Matilda, Hong Kong	A1A	Omni	V	10
28 2925	LU2FFV	San Jorge, Argentina		Omni	V	5
28 295	WB8UPN	Cincinnati, Ohio, EUA		Omni	V	10
28 296	W3VD	Laurel, MD, EUA		Omni	V	1,5
28 297	WA4DJS	Ft. Lauderdale, FL, EUA		Omni	H	10
28 300	ZS1LA	Still Bay, África do Sul	F1A	Yagi-N	H	20
28 300,5	PY2AMI	São Paulo, Brasil	A1A	Omni	V	10
28 315	ZS6DN	Irene, África do Sul		Omni	V	100
28 888	W6IRT	N. Hollywood, CA, EUA	A1A	Omni	V	5
28 890	WD9GOE	Freeburg, IL, EUA				
28 992	DL0NF	Alemanha	A1A	E/W		1

11.3 Freqüências do Serviço Meteorológico de Interesse para Condições de Propagação

Para a banda de 80 m:

Freqüências (kHz)	Áreas	Minutos da hora	cidades
2 860	África	00/25	Brazzaville, Congo
		00/30	Johanesburgo, África do Sul
		05/35	Nairobi, Quênia
		25/55	Antananarivo, Madagascar
2 881	América do Sul	05	Assunção, Paraguai
		10/40	Lima, Peru
		15/45	Brasília, Brasil
		25/55	Buenos Aires, Argentina
2 950	América Central	05/35	Port of Spain, Trinidad
		10/40	Merida, México
		25/55	Miami, EUA

Para a banda de 40 m:

Freqüências (kHz)	Áreas	Minutos da hora	cidades
6 679	Mundial	00/30	Honolulu, Havaí
e		05/35	San Francisco, EUA
8 828		10/40	Tóquio, Japão
		15/45	Hong Kong
		20/50	Auckland, Nova Zelândia
		25/55	Anchorage, Alasca, EUA
8 852	África	00/30	Algiers, Algéria
		05/35	Kano, Nigéria
		15/45	Dakar, Senegal
		25/55	Cartum, Sudão

Para a banda de 20 metros:

Freqüências (kHz)	Áreas	Minutos da hora	cidades
13 282	Mundial	00/30	Honolulu, Havaí
		05/35	São Francisco, USA
		10/40	Tokio, Japão
		15/45	Hong Kong
		20/50	Anchorage, Alaska, EUA
		25/55	Auckland, Nova Zelândia

11.4 Freqüências das Redes Internacionais da AMSAT

Freqüências (kHz)	Estações coordenadoras	Dia	Horas UTC
14 280	PA0DLO	Sábado	10:00
14 282	ZL1WN	Sábado	22:00
	WD0HHU/N2IDD	Domingo	19:00
18 155	KO5I	Domingo	23:00
21 280	W8GQW/W8JLE	Domingo	19:00
28 460	WB2YGA	Domingo	19:00

11.5 Freqüências de Retransmissão, ao Vivo, dos Comunicados dos Vôos Civis do Ônibus Espacial Norte-americano à NASA, pela Estação WA3NAN da Goddard Amateur Radio Club, de Greenbelt, Maryland (não há retransmissão das missões militares)

	Freqüências (kHz)	Horários
Principal	14 295	Durante todo o vôo, exceto quando os astronautas estiverem dormindo (00:00h UTC-08:00h UTC) e ou quando a espaçonave estiver em posição sem possibilidade de comunicação com a Terra. Quando os astronautas estiverem em rotina de 24 horas (missões Spacelab), a retransmissão é de período integral, exceto nas posições sem comunicação com a Terra.

(continua)

Adicional	21 395	Tempo parcial.
Adicional	28 650	Tempo parcial.
Adicional	7 185	13:00h UTC-23:00h UTC.
Adicional	3 860	23:00h UTC-15:00h UTC somente quando os astronautas estiverem em rotina de 24 horas (missões Spacelab).

11.6 Repetidoras de 10 m (todas FM)

A programar na memória do transceptor:

Recepção (kHz)	Transmissão (kHz)
29 610	29 510
29 620*	29 520
29 630	29 530
29 640*	29 540
29 650	29 550
29 660*	29 560
29 670	29 570
29 680*	29 580
29 690	29 590

Canal direto (FM) em 10 m: 29 600

11.7 Freqüências RTTY (Orlando 1989), em kHz:

• 3 580-3 620; 7 035-7 040; 10 130-10 140; 14 055-14 085; 18 090-18 100; 21 060-21 090; 24 910-24 920; 28 070-28 150.

11.8 Freqüências de Chamada AMTOR, em kHz:

• 3 637,5; 14 075.

* Canais padronizados pela VUAC da ARRL.

11.9 Freqüências Packet Radio (Orlando 1989), em kHz:

- 3 620-3 625; 7 040-7 050; 10 140-10 150;
- 14 085-14 099,5; 18 100-18 110; 21 090-21 100;
- 24 920-24 930; 28 150-28 189.

Freqüências fixas mais utilizadas: 3 607, 3 630, 7 093, 7 097, 10 147 e 14 103 kHz, esta última complementada em 14 105 e 14.107 kHz.

11.10 Freqüências SSTV

- 3 845, 7 171, 14 230, 21 340, 28 680 kHz (todas com banda de ±5 kHz).

11.11 Freqüências FAX

- 7 245, 14 245, 21 345 (rede internacionacional domingo 16:00 h UTC), 22 945.

11.12 Freqüências Marítimas

Serviço de radioamador móvel marítimo: 14 313 kHz.
Serviço Marítimo:
AM: 2 182: chamada e socorro;
USB: 4 125: chamada e socorro.

a. USB: Radiotelefonia *simplex*:

2086,0; 2089,5; 2096,0; 2638,0; 4131,2; 4137,4; 4143,6; 4244,0; 4251,0; 4265,0; 4298,0; 4366,7; 4369,8; 4382,2; 4403,9; 4413,2; 4425,6; 4431,8; 8291,1; 8460,0; 8502,0; 8520,1; 8634,0; 8774,7; 8784,0; 8790,2; 8802,6; 8808,8; 12432,3; 12435,4; 12689,5; 12738,0; 12840,0; 12979,5; 13141,1; 16587,1; 16590,2; 16984,0; 17263,9; 22124,0; 22127,1; 22130,2; 22133,3; 22352,5; 22710,7.

b. USB: Radiotelefonia ***duplex***

Canais	Navio transmite Costeira recebe (kHz)	Costeira transmite Navio recebe (kHz)	Canais	Navio transmite Costeira recebe (kHz)	Costeira transmite Navio recebe (kHz)
402	4 066,1	4 360,5	813	8 232,2	8 756,1
403	4 069,2	4 363,6	814	8 235,3	8 759,2
404	4 072,3	4 366,7	815	8 238,4	8 762,3
405	4 075,4	4 369,8	816	8 241,5	8 765,4
406	4 078,5	4 372,9	818	8 247,7	8 771,6
407	4 081,6	4 376,0	819	8 250,8	8 774,7
408	4 084,7	4 379,1	820	8 253,9	8 777,8
409	4 087,8	4 382,2	821	8 257,0	8 780,9
410	4 090,9	4 385,3	822	8 260,1	8 784,0
411	4 094,0	4 388,4	823	8 263,2	8 787,1
412	4 097,1	4 391,5	824	8 266,3	8 790,2
413	4 100,2	4 394,6	825	8 269,4	8 793,3
414	4 103,3	4 397,7	827	8 275,6	8 799,5
415	4 106,4	4 400,8	828	8 278,7	8 802,6
416	4 109,5	4 403,9	829	8 281,8	8 805,7
417	4 112,6	4 407,0	830	8 284,9	8 808,8
418	4 115,7	4 410,1	1 201	12 330,0	13 100,8
419	4 118,8	4 413,2	1 202	12 333,1	13 103,9
421	4 125,0	4 419,4	1 203	12 336,2	13 107,0
422	4 128,1	4 422,5	1 204	12 339,3	13 110,1
423	4 131,2	4 425,6	1 205	12 342,4	13 113,2
424	4 134,3	4 428,7	1 206	12 345,5	13 116,3
425	4 137,4	4 431,8	1 207	12 348,6	13 119,4
426	4 140,5	4 434,9	1 208	12 351,7	13 122,5
601	6 200,0	6 506,4	1 209	12 354,8	13 125,6
602	6 203,1	6 509,5	1 210	12 357,9	13 128,7
603	6 206,2	6 512,6	1 211	12 361,0	13 131,8
605	6 212,4	6 518,8	1 212	12 364,1	13 134,9
606	6 215,5	6 521,9	1 213	12 367,2	13 138,0
802	8 198,1	8 722,0	1 214	12 370,3	13 141,1
803	8 201,2	8 725,1	1 215	12 373,4	13 144,2
804	8 204,3	8 728,2	1 216	12 376,5	13 147,3
805	8 207,4	8 731,3	1 217	12 379,6	13 150,4
806	8 210,5	8 734,4	1 218	12 382,7	13 153,5
807	8 213,6	8 737,5	1 219	12 385,8	13 156,6
808	8 216,7	8 740,6	1 220	12 388,9	13 159,7
809	8 219,8	8 743,7	1 221	12 392,0	13 162,8
810	8 222,9	8 746,8	1 222	12 395,1	13 165,9
811	8 226,0	8 749,9	1 223	12 398,2	13 169,0
812	8 229,1	8 753,0	1 224	12 401,3	13 172,1

(continua)

Canais	Navio transmite Costeira recebe (kHz)	Costeira transmite Navio recebe (kHz)	Canais	Navio transmite Costeira recebe (kHz)	Costeira transmite Navio recebe (kHz)
1 225	12 404,4	13 175,2	1 634	16 562,3	17 335,2
1 226	12 407,5	13 178,3	1 635	16 565,4	17 338,3
1 227	12 410,6	13 181,4	1 636	16 568,5	17 341,4
1 228	12 413,7	13 184,5	1 637	16 571,6	17 344,5
1 229	12 416,8	13 187,6	1 638	16 574,7	17 347,6
1 230	12 419,9	13 190,7	1 639	16 577,8	17 350,7
1 231	12 423,0	13 193,8	1 640	16 580,9	17 353,8
1 232	12 426,1	13 196,9	1 641	16 584,0	17 356,9
1 601	16 460,0	17 232,9	2 202	22 003,1	22 599,1
1 602	16 463,1	17 236,0	2 203	22 006,2	22 602,2
1 603	16 466,2	17 239,1	2 204	22 009,3	22 605,3
1 604	16 469,3	17 242,2	2 205	22 012,4	22 608,4
1 605	16 472,4	17 245,3	2 206	22 015,5	22 611,5
1 606	16 475,5	17 248,8	2 207	22 018,6	22 614,6
1 607	16 478,6	17 251,5	2 208	22 021,7	22 617,7
1 608	16 481,7	17 254,6	2 209	22 024,8	22 620,8
1 609	16 484,8	17 257,7	2 210	22 027,9	22 623,9
1 610	16 487,9	17 260,8	2 211	22 031,0	22 627,0
1 611	16 491,0	17 263,9	2 212	22 034,1	22 630,1
1 612	16 494,1	17 267,0	2 213	22 037,2	22 633,2
1 613	16 497,2	17 270,1	2 214	22 040,3	22 636,3
1 614	16 500,3	17 273,2	2 215	22 043,4	22 639,4
1 615	16 503,4	17 276,3	2 216	22 046,5	22 642,5
1 616	16 506,5	17 279,4	2 217	22 049,6	22 645,6
1 617	16 509,6	17 282,5	2 218	22 052,7	22 648,7
1 618	16 512,7	17 285,6	2 219	22 055,8	22 651,8
1 619	16 515,8	17 288,7	2 220	22 058,9	22 654,9
1 620	16 518,9	17 291,8	2 221	22 062,0	22 658,0
1 621	16 522,0	17 294,9	2 222	22 065,1	22 661,1
1 622	16 525,1	17 298,0	2 223	22 068,2	22 664,2
1 623	16 528,2	17 301,1	2 224	22 071,3	22 667,3
1 624	16 531,3	17 304,2	2 225	22 074,4	22 670,4
1 625	16 534,4	17 307,3	2 226	22 077,5	22 673,5
1 626	16 537,5	17 310,4	2 227	22 080,6	22 676,6
1 627	16 540,6	17 313,5	2 228	22 083,7	22 679,7
1 628	16 543,7	17 316,6	2 229	22 086,8	22 682,8
1 629	16 546,8	17 319,7	2 230	22 089,9	22 685,9
1 630	16 549,9	17 322,8	2 231	22 093,0	22 689,0
1 631	16 553,0	17 325,9	2 232	22 096,1	22 692,1
1 633	16 559,2	17 332,1	2 233	22 099,2	22 695,2

(continua)

Canais	Navio transmite Costeira recebe (kHz)	Costeira transmite Navio recebe (kHz)	Canais	Navio transmite Costeira recebe (kHz)	Costeira transmite Navio recebe (kHz)
2 234	22 102,3	22 698,3	2 238	22 114,7	22 710,7
2 235	22 105,4	22 701,4	2 239	22 117,8	22 713,8
2 236	22 108,5	22 704,5	2 240	22 120,9	22 716,9
2 237	22 111,6	22 707,6			

11.13 Freqüências Aeronáuticas

Devido à grande extensão territorial dos leitores deste livro, damos as freqüências utilizadas em vôos internacionais por área. Obviamente várias áreas, além da própria, também podem ser captadas em outras, conforme as condições de propagação. Todas as transmissões em fonia USB.

Brasil e países vizinhos: 3 479, 5 526, 8 855, 10 096, 13 297, 17 907.

Argentina e os países sul-americanos da costa do Pacífico: 2 944, 4 669, 6 649, 8 667, 10 024, 11 360, 13 300, 17 907.

América Central: 2 887, 3 455, 5 520, 5 550, 6 577, 6 586, 8 846, 8 918, 11 396, 13 297, 17 907.

Atlântico Sul entre Brasil, Portugal e Senegal: 2 854, 3 452, 5 565, 6 535, 8 861, 11 291, 13 315, 13 357, 17 955.

Península Ibérica com a África: 2 878, 3 419, 3 452, 5 493, 5 652, 6 535, 8 861, 8 894, 10 018, 11 300, 13 273, 13 288, 13 357, 17 955, 17 961.

Península Ibérica com o Atlântico Norte: 2 899, 2 962, 5 616, 5 649, 8 864, 8 879, 13 291, 13 306, 17 946, 17 964.

11.14 Freqüências de Emissões de Radiodifusão Mundial

Há centenas de potentíssimas emissoras em ondas curtas no mundo irradiando dia e noite. As bandas a elas destinadas são:

(m)	(kHz)
11	25 670 – 26 100
13	21 450 – 21 850
16	17 550 – 17 900

(continua)

19	15 100 – 15 600
25	11 650 – 12 050
31	9 500 – 9 775
41	7 100 – 7 300
49	5 950 – 6 200
60	4 750 – 5 060
75	3 950 – 4 000
90	3 200 – 3 400
120	2 300 – 2 495

Mesmo fora dessas doze bandas destinadas ao serviço de radiodifusão, há muitas freqüências ocupadas por estações deste serviço, pois, conforme regulamentos da União Internacional de Telecomunicações, qualquer estação pode operar em qualquer freqüência - mesmo em freqüência atribuída a outro serviço - desde que não cause interferência prejudicial a estações que operam de acordo com a alocação daquela União. Cabe ao usuário legítimo da freqüência interferida o ônus de reclamação.

É impossível enumerar neste apêndice todas as estações de radiodifusão de ondas curtas que possam ser de interesse do radioamador. Para os interessados, recomendamos a edição anual do *World Radio TV Handbook*, com número de páginas quase igual ao deste livro. Ele pode ser encontrado em: Watson-Guptill Publications, 1515 Broadway, New York NY 10 036, USA; Gilfer Associates, P.O. Box 239, Park Ridge NJ 07 656, USA; WRTH P.O. Box 88, 2650, Hvidovre, Denmark.

12. FREQÜÊNCIAS DE OPERAÇÃO DE SATÉLITES AMADORES

Satélites	Modos	Subidas	Descidas	Diferenças ou freqüências de tradução
RS-10	A	145 860 – 145 900	29 360 – 29 400	116 500
87-54A	T	21 160 – 21 200	145 860 – 145 900	124 700
18 129	K	21 160 – 21 200	29 360 – 29 400	8 200
	K/A	21 160 – 21 200	29 360 – 29 400	8 200
		e 145 860 – 145 900		116 500
	K/T	21 160 – 21 200	29 360 – 29 400	8 200
			e 145 860 – 145 900	124 700
	Robot	21 120 e/ou 145 820	29 403	
	Emissão-piloto		29 357, 29 403, 145 857, 145 903	
RS-11	A	145 910 – 145 950	29 410 – 29 450	116 500
87-54A	T	21 210 – 21 250	145 910 – 145 950	124 700
18 129	K	21 210 – 21 250	29 410 – 29 450	8 200
	K/A	21 210 – 21 250	29 410 – 29 450	8 200
		e 145 910 – 145 950		116 500
	K/T	21 210 – 21 250	29 410 – 29 450	8 200
			e 145 910 – 145 950	e 124 700
	Robot	21 130 e/ou 145 830	29 453	
	Emissão-piloto		29 407, 29 453, 145 907, 145 953	
RS-12	A	145 910 – 145 950	29 410 – 29 450	116 500
91-07A		Emissão-piloto	29 4081 ou 29 4543	
21089	T	21 210 – 21 250	145 910 – 145 950	124 700
		Emissão-piloto	145 9125 ou 145 9587	
	K	21 210 – 21 250	29 410 – 29 450	8 200
		Emissão-Piloto	29 4081 ou 29 4543	
	K/A	29 410 – 29 450	29 210 – 29 450	8 200
		e 145 910 – 145 950	29 410 – 29 450	116 500
		Emissão-piloto	29 4081 ou 29 4543	
	K/T	21 210 – 21 250	29 410 – 29 450	8 200
		e 21 210 – 21 250	e 145 910 – 145 960	124 700
		Emissão-piloto	29 4081 ou 29 4543	
			e 145 9125 ou 145 9587	
	Robot	21 1291 e/ou 145 8308	29 4543 e/ou 145 9587	
RS-13	A	145 960 – 146 000	29 460 – 29 500	116 500
91-07A		Emissão-piloto	29 4582 ou 29 5043	
21089	T	21 260 – 21 300	145 960 – 146 000	124 700
	K	21 260 – 21 300	29 460 – 29 500	8 200
		Emissão-Piloto	29 4582 ou 29 5043	
	K/A	21 260 – 21 300	29 460 – 29 500 e	8 200
		e 145 960 – 146 000	29 460 – 29 500	116 500
		Emissão-piloto	29 4582 ou 29 5043	
	K/T	21 260 – 21 300	29 460 – 29 500	8 200
		e 21 260 – 21 300	e 145 960 – 146 000	124 700
		Emissão-piloto	29 4582 ou 29 5043	
			e 145 8622 ou 145 9033	
	Robot	21 1385 e/ou 145 8403	29 5043 e/ou 145 9083	

Satélites	Modos	Subidas	Descidas	Diferenças ou freqüências de tradução
RS-14			(Ver OSCAR-21)	
BADR-1 (Paquistanês)		Emissão-piloto	145 825	
OSCAR-10 83-58B 14 129	B	435 050 - 435 155 Emissão-piloto	145 850-145 955 145 810	581 398
OSCAR-11 UoSAT-B 84-21B 14 781			145 826	
OSCAR-13 89-51B 19 216	B L J RUDAK S	435 420 - 435 570 Emissão-piloto 1 269 620 - 1 269 330 144 425 - 144 475 Emissão-piloto 1 269 710 435 601 - 435 637 Emissão-piloto	145 975 - 145 825 145 812 435 715 - 436 005 435 990 - 435 950 435 651 435 677 2 400 711 - 2 400 747 2 400 650	581 398 1 705 335 580 415 1 965 110
OSCAR-14 UoSAT-D 90-005B 20 437	J-PACKET 9 600 *bits*/s	145 975	435 070	Freqüências fixas
OSCAR-15 UoSAT-E 90-005C 20 438			435 120	Freqüência fixa
OSCAR-16 PACSAT 90-005D 20 439	1 2 3 4	145 900 145 920 145 940 145 960	Primária 437 050 Secundária 437 025 Experimental 2 401 100	Mono-freqüências
OSCAR-17 DOVE 90-005E 20 440		Comandos 435 825	Principal 145 825 Experimental 2 401 200	Mono-freqüências
OSCAR-18 WEBERSAT 90-005F 20441		145 900	Primária 437 100 Secundária 437 075	Mono-freqüências
OSCAR-19 AMSAT-LU/	1 2	145 900 145 880	Primária 437 150 Secundária 437 125	Mono-freqüências

Satélites	Modos	Subidas	Descidas	Diferenças ou freqüências de tradução
LUSAT 90-005G 20 442	3 4	145.860 145 840		
OSCAR-20 JAS-1B 90-013C	JA	145 900 – 146 000 Emissão-piloto	435 900 – 435 800 435 795	581 800
20 480	JD	1 145 850 2 145 870 3 145 890 4 145 910	435 910 435 910 435 910 435 910	Sistema digital com Mono-freqüências

OSCAR-21
(RS-14)
91-06A
21087
Transponders
Rudak-2
alemão:

Subidas
- 435 016 ± 10 kHz 1 200 *bits*/s FSK, NRZIC, Biphase-M;
- 435 115 ± 10 kHz (AFC) 2 400 *bits*/s BPSK, Biphase-S;
- 435 193 ± 10 kHz (AFC) 4 800 *bits* / s RSM, NRZIC, Biphase-M
- 435 193 ± 10 kHz (AFC) 9 600 *bits* / s RSM, NRZI(NRZ-S) + Scrambler;
- 435 041 ± 10 khz (AFC digital), para experiências RTX-DSP.

Descida
- 145 983 kHz c/potência média de 2 W e máxima de 10 W.

Transponders Lineares russos

Transponder 1
Subidas 435 102 – 435 022; descidas 145 852 – 145 932
Emissão-piloto: 145 822

Freqüência de tradução 580 954

Transponder 2
Subidas 435 123 – 435 043; descidas 145 866 – 145 946;
Emissão-piloto: 145 948

Freqüência de tradução 580 989

ARSÉNE (francês)	B	435 050-435 150 Emissão-Piloto	145 850-145 950 145 830	289 200
a ser lançado	F	435 050-435 100 Emissão-Piloto	2 446 490-2 446 540 2 446 470	2 011 440

Depois de ter funcionado normalmente durante as primeiras operações, o OSCAR-15 silenciou, e, ao termino dos trabalhos deste livro, ele estava

inoperante. Seu único sinal de vida é a irradiação, através da antena de recepção, do oscilador local do receptor, com nível de -60 dBm, somente captável na Terra com antena parabólica de, no mínimo, 50 m de diâmetro. Ele atende aos comandos recebidos, mas não liga nenhum de seus dois transmissores. Deverá ser substituído por um UoSAT-E, se as tentativas de recuperação não derem resultado. Cabe lembrar que o OSCAR-11 (UoSAT-B) também silenciou depois da primeira órbita, e levou-se 10 semanas para fazê-lo funcionar.

13. SÍMBOLOS E SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Tantoneste livro quanto no radioamadorismo em geral, e nas atividades radioamadorísticas no espaço em especial, surgem unidades, símbolos e prefixos decimais com os quais o novato não está acostumado. Ainda mais, não somente radioamadores, mas até publicações freqüentemente utilizam símbolos e prefixos decimais errados, criando confusão. Por exemplo: em lugar de k (quilo), utilizam K (kelvin); em lugar de s (segundo), utilizam S (siemens); em lugar de M (mega), utilizam m (mili) e vice-versa.

Para dar informação fidedigna e segura aos radioamadores, leitores deste livro, damos abaixo, na íntegra, o Sistema Internacional de Unidades, ratificado pela Undécima Conferência Geral de Pesos e Medidas, em 1960 (11ª CGPM/1960), e baseado nas seis unidades fundamentais de:

comprimento	metro	m
massa	quilograma	kg
tempo	segundo	s
intensidade de corrente elétrica	ampére	A
temperatura termodinâmica	kelvin	K
intensidade luminosa	candela	cd

O Sistema Internacional de Unidades é simbolizado por SI e compreende: o sistema coerente das unidades fundamentais acima, das unidades derivadas e das unidades suplementares, denominadas genericamente Unidades do Sistema Internacional, ou, abreviadamente, Unidades SI.

Todos os múltiplos e submúltiplos decimais das unidades SI formam com estas um conjunto não coerente. Desses múltiplos e submúltiplos, alguns têm nomes e símbolos especiais, entretanto, os seus nomes e símbolos são geralmente formados mediante o emprego de um prefixo adequado.

Para as unidades elétricas e magnéticas, o SI é um sistema de unidades racionalizado, para o qual as constantes eletromagnéticas do vácuo são os seguintes:

- velocidade da luz: c = 299 792 458 m/s;
- constante magnética: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m;
- constante elétrica: $E_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}$ F/m.

Prefixos decimais[1]

Prefixos		Fator pelo qual a unidade é multiplicada
tera	T	10^{12} = 1 000 000 000 000
giga	G	10^{9} = 1 000 000 000
mega	M	10^{6} = 1 000 000
quilo	k	10^{3} = 1 000
hecto	h	10^{2} = 100
deca	da	10
deci	d	10^{-1} = 0,1
centi	c	10^{-2} = 0,01
mili	m	10^{-3} = 0,001
micro	μ	10^{-6} = 0,000 001
nano	n	10^{-9} = 0,000 000 001
pico	p	10^{-12} = 0,000 000 000 001
femto	f	10^{-15} = 0,000 000 000 000 001
atto	a	10^{-18} = 0,000 000 000 000 000 001

Unidades do Sistema Internacional

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Comprimento	metro	m	Comprimento igual a 1 650 763,73 comprimentos de onda, no vácuo, da radiação correspondente à transição entre os níveis $2P_{10}$ e $5d_5$ do átomo de criptônio 86	1. Definição ratificada pela 11ª CGPM/1960. 2. 10^{-10} m = angström.
Ângulo plano	radiano	rad	Ângulo central que subtende um arco de círculo cujo comprimento é igual ao do respectivo raio.	Nesta mesma unidade se mede também o ângulo de fase de uma grandeza periódica.

(continua)

1. Para a unidade SI de massa, esses prefixos são empregados em relação ao submúltiplo grama, que é igual a 0,001 kg. Esses prefixos são também empregados com os nomes especiais de múltiplos e submúltiplos decimais de Unidades SI e também com unidades que não pertencem ao SI.

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Ângulo sólido	esteror-radiano	sr	Ângulo sólido, com vértice no centro de uma esfera, que subtende na superfície da mesma, uma área medida pelo quadrado do raio dessa esfera.	
Área	metro quadrado	m^2	Área de um quadrado cujo lado tem comprimento igual a 1 m.	1. 10^4 m^2 = hectare: ha. 2. 10^2 m^2 = are: a. 3. 10^{-28} m^2 = barn: b.
Volume	metro cúbico	m^3	Volume de um cubo cuja aresta tem comprimento igual a 1 m.	1. Nesta mesma unidade se mede também o módulo de resistência de uma seção plana. 2. 10^{-3} m^3 = litro: l Litro é uma denominação alternativa para decímetro cúbico, não sendo entretanto recomendado para exprimir volumes em medidas de grande precisão (12ª CHPM/1964).
Número de ondas	um por metro	m^{-1}	Número de ondas de um fenômeno periódico cujo comprimento de onda e igual a 1 m.	

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Massa	quilogramas	kg	Massa do protótipo internacional do quilograma.	1. Definição ratificada pela 3ª CGPM/1901. 2. 10^3 kg = tonelada: t. 3. 10^{-3} kg = grama: g.
Massa específica	quilograma por metro cúbico	kg/m^3	Massa específica de um corpo homogêneo, do qual um volume igual a 1 m^3 tem massa igual a 1 kg.	
Tempo	segundo	s	Duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.	Definição ratificada pela 13ª CGPM/1967.
Freqüência	hertz	Hz	Frequência de um fenômeno periódico cujo período tem a duração de um segundo.	
Intervalo de freqüências	oitava		Intervalo de duas freqüências cuja relação é igual a dois.	O número de oitavas de um intervalo de freqüências é igual ao logarítmo de base dois da relação entre as duas freqüências extremas desse intervalo.

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Velocidade	metro por segundo	m/s	Velocidade de um móvel que, animado de um movimento retilíneo uniforme, percorre uma distância igual a 1 m, em cada segundo.	
Velocidade angular	radiano por segundo	rad/s	Velocidade angular de um móvel que, animado de um movimento de rotação uniforme, gira de um ângulo igual a 1 rad, em cada segundo.	Com esta unidade se mede também a pulsação de uma grandeza periódica.
Aceleração	metro por segundo	m/s^2	Aceleração de um móvel animado de um movimento retilíneo uniformemente variado, cuja velocidade varia à razão de 1 m/s, em cada segundo.	10^{-2} m/s^2 = gal Gal.
Aceleração angular	radiano por segundo	rad/s^2	Aceleração angular de um móvel animado de um movimento de rotação uniformemente variado, cuja velocidade angular varia à razão de 1 rad/s, em cada segundo.	

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Vazão	metro cúbico por segundo	m^3/s	Vazão de um fluido que se escoa em regime permanente, através de uma seção transversal do conduto à razão de 1 m cúbico em cada segundo.	Esta grandeza é também chamada de descarga.
Fluxo (de massa)	quilograma por segundo	kg/s	Fluxo de massa de um fluido que se escoa em regime permanente, através de uma seção transversal do conduto, à razão de 1 kg em cada segundo.	Esta grandeza é qualificada pelo nome do fluido cujo escoamento está sendo considerado, por exemplo, fluxo de vapor.
Momento de inércia	quilograma-metro quadrado	$kg\ m^2$	Momento de inércia, em relação a um eixo, de um ponto material de quadrado massa igual a 1 kg, situado a 1 m da distância do referido eixo.	
Momento cinético	quilograma-metro quadrado por segundo	$kg\ m^2/s$	Momento cinético, em relação a um eixo, de um corpo que gira em torno desse eixo com velocidade angular uniforme e igual a 1 rad/s, e cujo momento de inércia, em relação ao mesmo eixo, é igual a 1 $kg\ m^2$.	

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Força	newton	N	Força que imprime a um corpo de massa igual a 1 kg, uma aceleração igual a 1 m/s por segundo, na direção da força.	10^{-5} N = dina: dyn.
Momento de força	metro-newton	m N	Momento de uma força constante é igual a 1 N, em relação a um ponto situado a 1 m de distância de sua linha de ação.	Momento de força e trabalho são grandezas homogêneas; entretanto, é usual mas não obrigatório distinguir, pela maneira de escrever, quando a unidade se refere a uma ou a outra grandeza, assim: ■ mN e mkgf para momento; ■ Nm e kgfm para trabalho
Impulsão	newton-segundo	Ns	Impulsão produzida por uma força constante e igual a 1 N, atuando sobre um corpo durante um segundo.	
Pressão	newton por metro quadrado	N/m²	Pressão exercida por uma força constante e igual a 1 N, uniformemente distribuída sobre uma superfície plana de área igual a 1 m², perpendicular à direção da força.	1. Nesta mesma unidade se mede também a tensão mecânica. 2. Esta unidade pode ser também chamada pascal: Pa. 3. 10^5 N/m² = bar.

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Tensão superficial	newton por metro	N/m	Tensão superficial de um líquido, em cuja superfície livre atua, perpendicularmente a uma direção qualquer, uma força uniformemente distribuída e igual a 1 N/m de comprimento medido nessa direção.	
Viscosidade dinâmica	newton-segundo por metro quadrado	Ns/m^2	Viscosidade dinâmica de um fluido tal que, sob uma tensão tangencial constante e igual a 1 N/m^2, a velocidade adquirida pelo fluido diminui a razão de 1 m/s, por metro de afastamento na direção perpendicular ao plano de deslizamento.	1. Quando não causar confusão, esta grandeza poderá ser chamada simplesmente viscosidade. 2. Esta unidade pode ser também chamada *poiseuille:* Pl. 3. 10^{-1} Ns/m^2 = *poise:* P.
Viscosidade cinemática	metro quadrado por segundo	m^2/s	Viscosidade cinemática de um fluido, cuja viscosidade dinâmica é igual a 1 Ns/m^2 e cuja massa específica é igual a 1 kg/m^3.	10^{-4} m^2/s = stokes: St.

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Energia	joule	J	Energia necessária para deslocar o ponto de aplicação de uma força constante e igual a 1 N, numa distância igual a 1 m, na sua direção.	1. Nesta mesma unidade se medem também o trabalho e a quantidade de calor. 2. 10^{-7} J = erg. 3. Nos circuitos de corrente alternada, esta unidade toma o nome de volt-ampére-segundo (VAs), ou de watt-segundo (Ws), ou de var-segundo (VArs), quando se refere à energia aparente, ou à energia ativa, ou à energia reativa do circuito, respectivamente.
Potência	watt	W	Potência desenvolvida quando se realiza, contínua e uniformemente, um trabalho igual a 1 J, em cada segundo.	1. Nesta mesma unidade se mede também o fluxo de energia (sonora, térmica, luminosa etc.) 2. Nos circuitos de corrente alternada, esta unidade toma o nome de volt-ampére (VA), ou de var (VAr), quando se refere à potência

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
				aparente ou à potencia reativa do circuito, respectivamente; e conserva o nome de watt (W) quando se refere à potência ativa do circuito.
Densidade de fluxo de energia	watt por metro quadrado	W/m^2	Densidade de um fluxo de energia uniforme e igual a 1 W, através de uma superfície de área igual a 1 m^2, perpendicular à direção de propagação.	Nesta mesma unidade se medem também a intensidade sonora, a emitância energética e o iluminamento energético.
Nível de potência	bel	B	Unidade de uma escala numérica, cujos valores são dados pelo logaritmo decimal da relação entre o valor considerado de uma potência e um valor de potência tomado como referência.	Na prática é usado única e exclusivamente o submúltiplo decibel (dB), com o qual se mede também toda grandeza N que pode ser expressa por uma equação do tipo $N = 10\ k \log_{10} A2/A1$ dB, na qual, A2 e A1 são duas grandezas de mesma espécie (pressões, tensões elétricas, correntes etc.), e, k é um número determinado pela correlação matemática entre a grandeza A e a potência.

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
				Por exemplo, a atenuação e a amplificação de uma transmissão de energia eletromagnética, o nível de intensidade sonora etc.
Intensidade de corrente	ampère	A	Intensidade da corrente elétrica invariável que, mantida em dois condutores retilíneos, paralelos, de comprimento infinito e de área de seção transversal insignificante, e situados no vácuo a 1 m de distância um do outro, produz entre esses condutores uma força igual a 2.10^{-7} N por m de comprimento desses condutores.	1. Definição ratificada pela 9ª CGPM/1948 2. Nesta mesma unidade se mede também a força magnetomotriz. Neste caso é permitido dar a unidade o nome ampère-espira, mas o símbolo não deve ser alterado.
Quantidade de eletricidade	coulomb	C	Quantidade de eletricidade que atravessa, durante um segundo, uma seção transversal qualquer de um condutor percorrido por uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 A.	1. Esta grandeza é também chamada de carga elétrica. 2. Nesta mesma unidade se mede também o fluxo eletrostático.

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Tensão elétrica	volt	V	Tensão elétrica existente entre duas seções transversais de um condutor percorrido por uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 A, quando a potência dissipada entre essas duas seções é igual a 1 W.	Nesta mesma unidade se medem também a diferenca de potencial elétrico e a força eletromotriz.
Intensidade de campo elétrico	volt por metro	V/m	Intensidade de um campo elétrico uniforme e invariável, no qual se verifica uma diferença de potencial igual a 1 V, entre dois pontos situados a distância de 1 m um do outro, na direção do campo.	Nesta mesma unidade se mede também o gradiente de potencial elétrico.
Capacitância	farad	F	Capacitância de um elemento passivo de circuito, entre cujos terminais se manifesta uma tensão constante e igual a 1 V, quando carregado com uma quantidade de eletricidade invariável e igual a 1 C.	Esta unidade pode ser também definida como "a capacitância de um elemento passivo de circuito, no qual circula uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 A, quando a tensão elétrica aplicada aos seus terminais, varia uniformemente à razão de 1 V em cada segundo".

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Indutância	henry	H	Indutância de um elemento passivo de circuito, entre cujos terminais se induz uma tensão elétrica constante e igual a 1 V, quando percorrido por uma corrente cuja intensidade varia uniformemente à razão de 1 A em cada segundo.	Nesta unidade se mede também a indutância mútua entre dois circuitos ou dois elementos de circuitos vizinhos.
Resistência elétrica	ohm	Ω	Resistência elétrica de um elemento passivo de circuito, tal que uma diferença de potencial constante e igual a 1 V, aplicada aos seus terminais, faz circular nesse elemento uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 A.	1. Quando não causar confusão, esta grandeza poderá ser chamada simplesmente de resistência. 2. Nesta mesma unidade se medem também a impedância e a reatância dos circuitos de corrente alternada.
Resistividade	ohm.metro	Ω m	Resistividade de um material homogêneo e isótropo, do qual um cubo cuja aresta mede 1 m de comprimento, apresenta uma resistência elétrica igual a 1 Ω, entre faces opostas.	

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Resistividade de massa	ohm-quilograma por metro quadrado	$\frac{\Omega kg}{m^2}$	Resistividade de massa de um material homogêneo e isótropo, do qual um corpo de seção transversal uniforme, tendo comprimento igual a 1 m e massa igual a 1 kg, apresenta entre suas extremidades uma resistência elétrica igual a 1 Ω.	Esta grandeza é também chamada densirresistividade.
Condutância	siemens	S	Condutância de um elemento passivo de circuito, tal que circulando uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 A, a diferença de potencial entre os terminais desse elemento é igual a 1 V.	1. Esta unidade é também chamada mho, com símbolo mho, sendo porém siemens o nome adotado oficialmente pela IEC. 2. Nesta mesma unidade se medem também a admitância e a susceptância dos circuitos de corrente alternada.
Condutividade	siemens por metro	S/m	Condutividade de um material homogêneo e isótropo, do qual um cubo cuja aresta mede 1 m de comprimento, apresenta uma condutância igual a 1 S entre faces opostas.	É permitido exprimir a condutividade dos materiais condutores, em relação à condutividade de um material condutor padrão.

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Indução magnética	tesla	T	Indução magnética de um campo magnético uniforme e invariável que, sobre um condutor retilíneo perpendicular à direção do campo e conduzindo uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 A, exerce uma força igual a 1 N por m de comprimento desse condutor.	1. 10^{-4} T = gauss: G 2. Esta unidade pode ser definida, de maneira equivalente, como a "indução magnética de um campo magnético uniforme e invariável, tal que, entre as extremidades de um condutor retilíneo que se desloca na direção perpendicular ao campo com velocidade constante e igual a 1 m/s, se induz uma tensão constante e igual a 1 V por m de comprimento deste condutor".
Fluxo magnético	weber	Wb	Fluxo magnético através de uma superfície plana de área igual a 1 m^2, perpendicular à direção de um campo magnético uniforme e invariável, cuja indução magnética é igual a 1 T.	

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Intensidade de campo magnético	ampére por metro	A/m	Intensidade de um campo magnético uniforme e invariável, no qual se verifica uma força magnetomotriz invariável e igual a 1 A, entre dois pontos situados a distância de 1 m um do outro, na direção do campo.	Esta unidade pode ser chamada ampère-espira por metro, mas o símbolo não é alterado.
Relutância	ampère por Weber	A/Wb	Relutância de um meio homogêneo e isótropo, tal que uma força magnetomotriz invariável e igual a 1 A produz um fluxo magnético uniforme e igual a 1 Wb.	Esta unidade pode ser chamada ampère-espira por weber, mas o símbolo não é alterado
Temperatura termodinâmica	kelvin	K	Fração 1/273,16 da temperatura termodinâmica do ponto tríplice da água.	1. Definição ratificada pela 13ª CGPM/1967 2. Esta grandeza é também chamada temperatura absoluta ou temperatura Kelvin. 3. Na prática são consideradas as temperaturas referidas a "Escala Internacional Kelvin de Temperatura", ou, sim-

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
				plesmente, "Escala Kelvin". 4. Nesta mesma unidade se mede também o intervalo de temperaturas, o qual pode ser também expresso em graus Celsius (13ª CGPM/1967).
Gradiente de temperatura	kelvin por metro	K/m	Gradiente de temperatura uniforme, que se verifica em um meio homogêneo e isótropo, quando a diferença de temperaturas entre dois pontos situados a distância de 1 m um do outro, é igual a 1 K.	Esta grandeza pode ser também expressa em graus Celsius por metro: ºC/m.
Luminância energética	watt por esterorradiano e por metro quadrado	$\frac{W}{sr\ m^2}$	Luminância energética, em uma direção determinada, de uma fonte superficial de intensidade energética igual a 1 $W/sr\ m^2$ de sua área projetada sobre um plano perpendicular à direção considerada.	
Atividade	um por segundo	s^{-1}	Atividade de um material radioativo,	Na prática é usado única e exclusiva-

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
			no qual se produz uma desintegração em cada segundo.	mente o curie: Ci.
Exposição	coulomb por quilograma	C/kg	Exposição a uma radiação eletromagnética tal, que a emissão corpuscular que lhe é associada, produz no ar, em condições determinadas, íons portadores de uma quantidade de eletricidade igual a 1 C, para cada quilograma de massa de ar considerada.	Na prática é usado única e exclusivamente o roentgen: R.
Dose absorvida	joule por quilograma	J/kg	Energia absorvida de uma radiação eletromagnética ou corpuscular, por quilograma da massa do material sobre o qual incide.	10^{-2} J/kg = rad
Entropia	joule por kelvin	J/K	Entropia de um sistema homogêneo e isótropo, cuja temperatura aumenta de 1 K quando se lhe adiciona uma quantidade de calor igual a 1 J.	Esta grandeza pode ser também expressa em joules por grau Celsius: J/ºC.
Calor de massa	joule por quilograma e por kelvin	J/kg K	Calor de massa de um sistema homogêneo e isótropo,	Esta grandeza pode ser também expressa em joules por

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
			cuja temperatura aumenta de 1 K quando se lhe adiciona calor à razão de 1 J, para cada quilograma de sua massa.	quilograma e por graus Celsius J/(kg°C).
Condutividade térmica	watt por metro e por Kelvin	W/m K	Condutividade térmica de um sistema homogêneo e isótropo, no qual se verifica um gradiente de temperatura igual a 1 K/m quando a densidade de fluxo de calor é igual a 1 W/m^2.	Esta grandeza pode ser também expressa em watts por metro e por graus Celsius W/(m°C).
Intensidade luminosa	candela	cd	Intensidade luminosa, na direção perpendicular de uma superfície plana de área igual a 1/600 000 m^2 de um corpo negro à temperatura de solidificação da platina, sob pressão de 101 225 N/m^2.	Definição ratificada pela 13ª CGPM/1967.
Fluxo luminoso	lúmen	lm	Fluxo luminoso emitido no interior de um ângulo sólido igual a 1 sr, por uma fonte puntiforme de intensidade invariável e igual a 1 cd, de mesmo valor em todas as direções.	

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Iluminamento	lux	lx	Iluminamento de uma superfície plana de área igual a 1 m^2, que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a 1 lm, uniformenente distribuído.	
Luminância	candela por metro quadrado	cd/m^2	Luminância, em uma direção determinada, de uma fonte com área emissiva igual a 1 m^2, e cuja intensidade luminosa, na mesma direção, é igual a 1 cd.	Esta unidade é também chamada de nit.
Quantidade de luz	lúmen-segundo	lm s	Quantidade de luz, durante um segundo, de um fluxo luminoso uniforme e igual a 1 lm.	
Emitância luminosa	lúmen por metro quadrado	lm/m^2	Emitância luminosa de uma fonte superficial, que emite uniformemente um fluxo luminoso igual a 1 lm/m^2 de sua área.	
Convergência	dioptria	di	Convergência de um sistema ótico, cuja distância focal é igual a 1 m no meio considerado.	

(continua)

Grandezas	Nomes e símbolos das unidades		Definições unidades	Observações
Excitação luminosa	lux-segundo	lx s	Excitação luminosa, durante um segundo, de uma superfície cujo iluminamento é igual a 1 lx.	Nesta mesma unidade se mede também a exposição luminosa.
Eficiência luminosa	lúmen por watt	lm/W	Eficiência luminosa de uma fonte, que dissipa 1 W de potência para cada lúmen de fluxo emitido.	
Intensidade energética	watt por esterorradiano	W/sr	Intensidade energética de uma fonte que emite um fluxo de energia uniforme e igual a 1 W, de mesmo valor em todas as direções, no interior de um ângulo sólido igual a 1 sr.	

GLOSSÁRIO

AMORTECIMENTO. Redução progressiva da amplitude de onda em função do tempo.

AMPLIFICAÇÃO LINEAR. Processo no qual o sinal de radiofreqüência modulada é amplificada sem alterar a forma de onda com relação ao excitador.

ANALÓGICA. Sistema que opera com valores de variação infinita e contínua.

ANTENA FANTASMA. Resistência não-reativa e não-irradiante para servir como substituição da antena em testes e medições, dissipando em forma de calor a potência de radiofreqüência recebida.

ANTENA FIO COMPRIDO. Antena horizontal de comprimento igual ou maior que um comprimento de onda. Quando terminado com resistor, fica diretivo em direção deste.

APEX. Ponto comum das pernas de antenas balanceadas com elementos em ângulo, como dipolo V-invertido, antena rômbica etc.

APOGEU. O ponto mais distante da Terra na órbita de um satélite.

ARGUMENTO DE PERIGEU. Coordenada kepleriana que indica o ângulo de perigeu no plano orbital, medida no sentido anti-horário do nódulo ascendente.

ARRASTO. Segunda derivada, em função do tempo, do movimento do satélite, devido às partículas de ar presentes. Conhecido também como *drag* ou *decay rate*.

ATENUADOR. Dispositivo passivo que reduz a amplitude do sinal sem introduzir distorção.

ATIVO. É um dispositivo eletrônico que necessita de alimentação de energia para seu funcionamento.

AZIMUTE. Direção, expressa em graus, de um ponto da Terra, no plano horizontal.

BALANCEADOR. Dispositivo que casa cabo coaxial com antena balanceada ou com linha de transmissão paralela.

BALUN. Transformador de radiofreqüência destinado ao balanceamento de linha (ver também balanceador).

BANDA LARGA. Caracterização de dispositivos que mantêm seus parâmetros aproximadamente constantes em uma extensa gama de freqüências.

BAZOOKA. Antena que incorpora linha de transmissão coaxial como elemento ressonador. Com o tempo, a denominação foi também aplicada a outros tipos de antenas.

BETA-MATCH. Variante do acoplamento *hairpin* (em forma de V) no qual as duas pernas do V correm ao longo da gôndola com ajuste por meio de uma barra de curto-circuito ligando os três.

BIFILAR. Dois condutores paralelos formando um indutor.

BROADSIDE. Antena que irradia no plano perpendicular à sua direção longitudinal.

CARGA. Dispositivo passivo que recebe potência elétrica. (Não confundir com outro sentido de carga que significa eletricidade acumulada.)

CARGA DE BASE. Indutor inserido entre uma antena vertical e o plano de terra para aumentar o comprimento elétrico do monopolo.

CARGA CAPACITIVA. Condutor de superfície grande, ligado ao ponto de maior impedância de uma antena, a fim de aumentar seu comprimento elétrico.

CARGA NÃO-IRRADIANTE. Denominação tecnicamente correta da antena fantasma.

CASCATA. Dois ou mais dispositivos ligados em sucessão para multiplicar o efeito de cada um.

CONVERSOR. Circuito utilizado para converter uma freqüência em outra.

COORDENADAS KEPLERIANAS. Coleção de valores que definem uma órbita de satélite:

1. Inclinação da órbita;
2. Excentricidade;
3. Argumento do perigeu;
4. RAAN;
5. *Drag* (índice de arrasto);
6. *Mean anomaly*: posição do satélite na órbita no momento da *epoch time*;
7. *Mean motion*: número de passagens percorridas por dia;
8. *Epoch* (época): ano, dia do ano e fração decimal do dia do ano;
9. Número de revoluções referentes à época, a contar do lançamento do satélite (em número inteiro).

DECAY RATE. Ver *Arrasto*.

DELTA-LOOP. Tipo de antena de um comprimento de onda que encerra área em forma triangular.

DELTA MATCH. Acoplamento balanceado para um dipolo não interrompido no centro, que liga dois pontos simetricamente posicionados do elemento irradiante, em forma triangular, à linha de transmissão.

DESBALANCEADOR. Dispositivo que acopla elemento balanceado a um elemento desbalanceado (como dipolo a cabo coaxial). Fisicamente idêntico ao balanceador.

DESCIDA. Freqüência do sinal transmitido do satélite para a estação terrena.

DIELÉTRICO. Material isolante utilizado em conjunto com condutores, como em capacitores e em linhas de transmissão.

DIGITAL. Sistema que opera com valores de unidades indivisíveis e variação não-contínua.

DIPLEXAÇÃO. Transmissão simultânea ou recepção simultânea de vários sinais em uma antena comum.

DIPOLO. Elemento irradiante balanceado, de uso freqüente, avulso ou com elementos parasitas, nas mais variadas formas e de diversos modos de alimentação.

DIRETIVIDADE. A característica de um sistema irradiante de concentrar sua irradiação em certas direções mais do que em outras.

DRAG. Ver *Arrasto*.

DUPLEXAÇÃO. Transmissão e recepção simultâneas de sinais inter-relacionados na mesma antena.

EFEITO DOPPLER. Alteração aparente da freqüência devida à mudança da distância entre o satélite e a estação terrena.

EFICIÊNCIA. Proporção percentual da potência de saída de um dispositivo em função da potência de alimentação.

ELEMENTO EXCITADO. Elemento de um sistema irradiante que recebe alimentação de linha de transmissão.

ELEMENTO PASSIVO. Elemento de um sistema irradiante que não tem ligação com a linha de transmissão.

ELEMENTOS DE ANTENAS. Condutores empregados em antenas que determinam suas características de radiação.

ELEVAÇÃO. Direção em sentido vertical de um certo ponto da Terra, expressa em graus, com relação ao plano horizontal.

EMPILHAMENTO. Colocação de várias antenas diretivas em arranjo vertical ou horizontal, a fim de obter ganho maior do conjunto.

END FIRE. Antena cujo lóbulo principal de irradiação se situa em sua própria direção longitudinal.

EPOCH. Ano, dia do ano e fração decimal do dia do ano, como instante de referência no cálculo de órbitas de satélites.

EXCENTRICIDADE. Parâmetro que indica o quanto a elipse se difere do círculo.

FATOR DE RUÍDO. Número que representa a proporção entre o total de ruído na saída e o ruído na entrada, na temperatura de 17°C (290 K).

FATOR DE VELOCIDADE. Parâmetro percentual que indica a relação entre a velocidade de propagação em uma linha de transmissão e a mesma no espaço livre.

FERROMAGNÉTICO. Material cuja permeabilidade relativa é maior que um.

FIGURA DE RUÍDO. Expresso em decibéis; é dez vezes o logaritmo do fator de ruído.

FILTRO DE REJEIÇÃO. Elemento construtivo que rejeita uma certa freqüência, mas deixa passar as demais com menor atenuação possível.

FLIP-FLOP. Circuito ativo bi-estável que muda seu estado conforme o sinal recebido.

FLUTUANTE. Circuito cujo potencial de referência não é a terra ou o chassi.

FRIO. Condutor conectado à terra ou ligado a ela por capacitor suficientemente grande para dar passagem desimpedida para a freqüência a que se destina.

FUGA. Fluxo de energia para onde ela não devia estar presente.

GAMMA MATCH. Elemento acoplador entre linha de transmissão e antena, constando de um capacitor e de um braço paralelo à antena, perto do ponto de alimentação.

GANHO DE ANTENA. Aumento de potência irradiada do lóbulo principal na direção desejada.

GATEWAY. Estação interface entre vários sistemas de radiocomunicação.

GUIA DE ONDA. Tubo oco geralmente retangular destinado a conduzir energia de microondas.

HÍBRIDO. Dispositivo envolvendo elementos substancialmente diferentes.

IDEAL. Dispositivo teoricamente perfeito.

IMPEDÂNCIA DE ANTENA. Valor ôhmico no ponto de alimentação, que pode conter também componente reativo (indicando freqüência de ressonância diferente do sinal recebido).

INCLINAÇÃO. Parâmetro de órbita igual ao ângulo pelo qual o satélite cruza o equador no sentido sul-norte, e também igual à maior latitude atingida pela órbita.

INTENSIDADE DE CAMPO. Intensidade da onda eletromagnética medida a uma distância do sistema irradiante.

INTERPOLAÇÃO. Estimação de valor entre dois pontos de valor conhecido.

ISOTRÓPICA. Antena teórica em forma de ponto que irradia com intensidade igual em todas as direções em uma esfera em cujo centro se encontra.

KICKMOTOR. Motor-foguete instalado a bordo do satélite, a ser disparado geralmente no perigeu da órbita de transferência, para obter a inclinação e o perigeu da órbita definitiva desejada.

LARGURA DE FAIXA. Extensão, expressa em freqüência, do segmento de passagem, referente geralmente a dois pontos de meia potência (-3 dB).

LINHA ABERTA. Linha de transmissão que pode ser paralela ou concêntrica, desde que os condutores externos desta última não tenham efeito significativo de blindagem.

LINHA DE TRANSMISSÃO. Condutor de radiofreqüência que interliga o sistema irradiante com o transmissor ou receptor.

LOOP DE CORRENTE. Ponto de corrente máxima de RF em uma antena.

MEAN ANOMALY. Elemento kepleriano expresso pelo ângulo descrito pelo satélite em sua órbita em períodos iguais de tempo, indicando, pois, a posição do satélite na órbita no instante do *epoch* de referência.

MEAN MOTION. Elemento kepleriano indicando o número de passagens por dia (inteiros e fração decimal).

MEIA-POTÊNCIA. Pontos nos quais a potência máxima cai para a metade (-3 dB), definindo a largura de faixa.

MICROONDA. Freqüência acima de 1 GHz.

MONOPOLO. Antena de um só condutor, geralmente vertical.

NÓDULO ASCENDENTE. Ponto onde o satélite cruza o equador em sua passagem sul-norte.

NÓDULO DESCENDENTE. Ponto onde o satélite cruza o equador em sua passagem norte-sul.

NÓDULO DE CORRENTE. Ponto de corrente mínima de RF em uma antena.

NÚCLEO MAGNÉTICO. Elemento ferromagnético destinado a concentrar em si o campo magnético.

ONDA DE SUPERFÍCIE. Propaga em contato com a superfície da terra. Somente utilizável em freqüências baixas.

PARÂMETRO. Comportamento característico de um dispositivo, expresso em um número e dimensão.

PARASITA. Situação indesejada que prejudica o essencial. Exceção: elemento parasita de antenas que é útil.

PASSA-ALTA. Característica de um circuito que permite a passagem acima de uma determinada freqüência, atenuando as faixas abaixo desta.

PASSA-BAIXA. Característica de um circuito que permite a passagem abaixo de uma determinada freqüência, atenuando as faixas acima desta.

PASSA-BANDA. Característica de um circuito que permite a passagem de uma determinada faixa de freqüências, atenuando as faixas acima e abaixo desta.

PASSIVO. Característica de um elemento que opera sem necessidade de alimentação própria de energia.

PERDA DE INSERÇÃO. A porção de sinal que se perde na passagem por um dispositivo.

PERÍODO. Tempo de passagem por uma órbita completa do satélite, medida geralmente entre uma passagem equatorial e a seguinte no mesmo sentido de cruzamento.

PLANO DE TERRA. Parte de um sistema irradiante vertical desbalanceado que, com efeito de espelho, substitue a metade inferior faltante.

POLARIDADE. Sentido positivo ou negativo de um ponto com relação à terra ou a outro potencial de referência.

POLARIZAÇÃO. Característica de propagação de onda eletromagnética; pode ser horizontal, vertical, circular ou elíptica.

POLARIZAÇÃO CIRCULAR. Polarização cujos componentes horizontal e vertical são de valor igual. Pode ser para a esquerda ou para a direita.

PONTE. Instrumento de medição ou dispositivo que compara parâmetros desconhecidos com parâmetros conhecidos.

PROTOCOLO. Conjunto de regras e procedimentos convencionados para o intercâmbio de informações.

PROTÓTIPO. Primeira versão de um projeto, construído para servir como unidade inicial e como paradigma para reprodução.

PUREZA ESPECTRAL. Ausência relativa de harmônicos, espúrios, ruídos e outras radiações não essenciais.

QUAGI. Antena que combina elementos de cúbica de quadro com elementos passivos de Yagi.

QUENTE. Ponto com elevado potencial em relação à terra (radiofreqüência ou tensão contínua).

REALIMENTAÇÃO. Recondução de parte da tensão de saída ao circuito de entrada.

RELAÇÃO FRENTE/COSTAS. Proporção entre a potência irradiada para frente e para trás de uma antena direcional.

RELAÇÃO FRENTE/LADO. Proporção entre a potência irradiada de uma antena direcional na direção de seu lóbulo principal e em seu plano perpendicular.

RESISTÊNCIA DE RADIAÇÃO. Proporção entre a potência irradiada de uma antena e o quadrado da corrente de radiofreqüência que a alimenta.

RESSONADOR. Termo aplicável a circuitos ressonantes, fechados ou abertos.

RETORNO. Parte do circuito que o completa com a ligação à terra, permitindo o fluxo de corrente.

ROTAÇÃO FARADAY. Rotação do plano de polarização de onda eletromagnética em campo magnético.

SATURAÇÃO. Condição em que o aumento do sinal excitador não é mais capaz de aumentar a amplitude de saída.

SELETIVIDADE. Capacidade de um circuito de separar a freqüência desejada das demais.

SENSIBILIDADE. Capacidade de um receptor de detectar e fazer inteligível sinais muito tênues.

SHUNT. Ligação em paralelo com algum dispositivo ou com parte dele.

SOLENÓIDE. Indutor de forma cilíndrica com uma só camada de espiras.

SOL-SÍNCRONO. Órbita que se aproxima ao movimento aparente do Sol em relação à Terra.

SUBIDA. Freqüência de transmissão da estação terrena para o satélite.

TANQUE. Circuito ressonante fechado que armazena energia de radiofreqüência em sua freqüência de ressonância e em uma banda contínua de freqüências adjacentes.

TEMPERATURA DE RUÍDO. Temperatura, em graus absolutos, na qual o ruído de agitação térmica é igual ao ruído intermitente gerado no dispositivo ao qual se refere.

TORÓIDE. Indutor enrolado transversalmente sobre um núcleo que tem forma de anel.

TRANSCEPTOR. Unidade contendo transmissor e receptor destinados às mesmas bandas, com numerosos componentes comuns.

TRANSDUTOR. Dispositivo que transforma energia elétrica em mecânica ou acústica, ou vice-versa.

TRANSMATCH. Acoplador casador de impedâncias, de resistência e de reatância, entre a linha de transmissão e equipamentos a ela ligados.

TRANSPONDER. Contrariamente ao seu uso na aviação, radioamadores convencionaram denominar assim os transladores lineares, que transpõem todos os comunicados fielmente de uma banda para outra. Amplamente utilizado em satélites amadores, mas também com uso terreno, como se fosse uma repetidora destinada ao uso simultâneo de vários radioamadores.

TRANSVERSOR. Versão doméstica do *transponder*, para bandas mais amplas, que permite operar com o transmissor de HF, através dele, em VHF e UHF, mantendo todos os recursos de que o transmissor dispõe.

TRIFILAR. Três condutores paralelos, formando um indutor.

T-MATCH. Método para acoplar uma linha de transmissão balanceada a um elemento irradiante não interrompido. Similar a delta match, mas com braços paralelos ao elemento irradiante.

UNUN. Transformador de radiofreqüência que casa uma linha de transmissão desbalanceada com uma antena ou outro dispositivo desbalanceado, de impedância diferente (*unbalanced/unbalanced*).

VALOR NOMINAL. Quantidade teórica ou atribuída que pode ou não coincidir com o valor exato atual.

VARACTOR. Diodo cuja capacitância intereletrodos varia com a tensão aplicada. Utilizado como capacitância variável em VHF e UHF, bem como para triplicadores de freqüência.

ZEPPELIN. Antena monofilar, geralmente de meia onda em si balanceada, alimentada em uma das pontas através de linha paralela de um quarto de onda elétrica que funciona como transformador de impedâncias. Foi muito utilizado, ainda com um quarto de onda, em aeronaves de balão de gás dirigíveis. Hoje em dia, muitas vezes se referem indevidamente a antenas de fio horizontal, de conceito diferente, como Zeppelins.

BIBLIOGRAFIA

Grande parcela da bibliografia pertinente ao radioamadorismo se encontra nas revistas especializadas: *QST*, *CQ*, *Ham Radio*, *73*, *Amateur Satellite Report*, *The AMSAT Journal* (Estados Unidos); *Wireless Communication* (Inglaterra); *cq-DL* (Alemanha); *MHz* (França); *Radio* (Rússia) e *CQ* (Japão). Visto que somente uma minoria ínfima dos leitores deste livro possui coleção de algumas dessas revistas, dos últimos vinte anos, e que os números atrasados não são disponíveis para consultas, a não ser em raras bibliotecas, restringimos a bibliografia a livros, monografias e publicações oficiais geralmente disponíveis.

Os livros citados, via de regra, contêm bibliografia de sua própria especialidade, inclusive os artigos publicados em revistas.

Antenas

COLLIN, R. E. *Antennas and RadiowavePropagation*. New York, McGraw-Hill, 1985.

DEMAW, Doug (W1FB). *Novice Antenna Notebook*. Newington, Conn., ARRL, 1988.

__________. *W1FB's Antenna Notebook. Newington, Conn., ARRL.*

ESTEVES, L. C. *Antenas, Teoria Básica e Aplicações*. São Paulo, McGraw-Hill, 1981.

HARPER, A. E. *Rhombic Antenna Design*. Princeton, D. VanNostrand Co., 1941.

JASIK, Henry. *Antenna Engineering Handbook*. New York, McGraw-Hill, 1960.

KING, R. W. P. *The Theory of Linear Antennas*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1956.

KRAUS, John D. (W8JK). *Antennas*. 2. ed. New York, McGraw-Hill, 1988.

LAPORT, E. A. *Radio Antenna Engineering*. New York, McGraw-Hill, 1952.

LAWSON, James A. *Yagi Antenna Design*. Newington, Conn., ARRL, 1986.

LEE, P. H. (K6TS). *The Amateur Radio Vertical Antenna Handbook*. 1ª ed., Port Washington, NY, Cowan Publishing Corp., 1974.

LOWE, A. W. *Reflector Antennas*. New York, IEEE Press, 1978.

MARKOV, G. & SAZONOV, D. *Antennas*. URSS, MIR, 1988.
MISEK, V. A. (W1WCR). *The Beverage Antenna Handbook*. Hudson, NH, V. A. Misek, 1977.
NEIVA, Antônio F. (PT2AIA). *Antenas para Ondas Curtas*. Brasília, Dentel, 1979, (memento).
ORR, William I. (W6SAI). *All about Cubical Quad Antennas*. 2. ed., Wilton, Conn., USA, Radio Publications, 1970.
_________. *Beam Antenna Handbook*. 4. ed. Wilton, Conn., Radio Publications, 1974.
RADIO SOCIETY OF GREAT BRITAIN. *HF Antennas for all Locations*. Londres, RSGB, 1982.
_________. *Wire Antennas*, Londres, RSGB.
RIOS, G. R. & PERRY, E. B. *Engenharia de Antenas*. São Paulo, E. Blücher, 1982.
SCHELKUNOFF, S. A. *Advanced Antenna Theory*. New York, John Wiley & Sons.
SCHELKUNOFF, S. A. & FRIIS, H. T. *Antenna Theory and Practice*. New York, John Wiley & Sons, 1952.
______. *Antennas*. New York, John Wiley & Sons, 1952.
SMIT, J. *Ondas e Antenas*. São Paulo, Érica, 1988.
STUTZMAN, G. & THIEL, E. *Antenna Theory and Design*. New York, John Wiley & Sons, 1981.
THE AMERICAN RADIO RELAY LEAGUE. *The ARRL Antenna Book*. 16. ed. Newington, Conn., ARRL, 1991.
_________. *Antenna Impedance Matching*. Newington, Conn., ARRL.
_________. *The ARRL Antenna Compendium*. Newington, ARRL, 1985.
_________. *Reflections: Transmission Lines and Antennas*. Newington, Conn., ARRL.
UDA, S. & MUSHIAKE, Y. *Yagi-Uda Antenna*. Tóquio, Maruzen Co., 1954.
VIEZBIECKE, P. P. *Yagi Antenna Design, NBS Technical Note 688*. Washington, Government Printing Office, 1976.
AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI). *ANSI 3.4-1977, Code for Information Interchange*. New York, ANSI, 1977.
________. *ANSI X3.15-1976, Bits Sequencing of The American Standard Code for Information Interchange in Serial-by-bit Data Transmission*. New York, ANSI, 1976.
________. *ANSI X3.16-1976, Character Structure and Character Parity Sense for Serial-by-bit Data Communication Information Interchange*. New York, ANSI, 1976.
________. *ANSI X3.25-1976, Character Structure and Character Parity Sense for Serial-by-bit Data Communication Information Interchange*. New York, ANSI, 1976.
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 646-1973 (E), 7-bit Coded Character Set for Information Processing Interchange*. New York, ISO, 1973.

Assuntos Gerais e Diversos

BILLBOARD LTD. *World Radio TV Handbook*. Dinamarca, Holanda e USA, Billboard Ltda., (edição anual).
CARON, Wilfred N. *Antenna Impedance Matching*. Newington, Conn., ARRL, 1989.
CARR, J. *How to Troubleshoot and Repair Amateur Equipment*, Blue Ridge, Summit, Penns., TAB Books, 1980.
DEMAW, Doug (W1FB). *QRP Notebook*. 2. ed. Newington, Conn., ARRL.
________. *W1FB's Design Book*. Newington, Conn., ARRL.
________. *First Steps in Radio*. Newington, Conn., ARRL.
________. *W1FB's Help for New Hams*. Newington, Conn., ARRL.
DESOTO, Clinton B. *200 Meters and Down*. Newington, Conn., ARRL, 1936 e 1981.
DEVOLDERE, John (ON4UN). *Low Band DXing*. Newington, Conn., ARRL.
________. *80-Meter DX Handbook*. Greenville, NH, Communications Technology Inc., 1977.
GIBSON, H. *Test Equipment for the Radio Amateur*. London, Radio Society of Great Britain, 1974.

GILMORE, C. *Understanding and Using Modern Electronic Servicing Test Equipment.* USA, TAB Books Inc., 1976.

GLASS, F. *Owner Repair of Amateur Radio Equipment.* Los Gatos, CA, RQ Service Center.

GOODMAN, R. *Practical Troubleshooting with the Modern Oscilloscope.* Blue Ridge, Summit, Penns., TAB Books, 1979.

HAAS, A. *Oscilloscope Techniques.* New York, Gernsback Library, 1958.

HALLMARK, C. *Understanding and Using the Oscilloscope, Blue Ridge.* Summit, Penns., TAB Books, 1973.

HELFRICK, A. *Amateur Radio Equipment Fundamentals.* Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1982.

HENNEY, K. & WALSH, C. *Electronic Components Handbook.* New York, McGraw-Hill, 1957.

ITT. *Reference Data for Radio Engeneers.* USA, Howard W. Sams, 1986.

KEARMAN, Jim. (KR1S). *The DXCC Companion.* Newington, Conn., ARRL.

KLEIN, L. & GILMORE, K. *It's Easy to Use Electronic Test Equipment.* New York, John F. Rider Publisher Inc. (divisão da Hayden Publishing Company), 1962.

LENK, J. *Handbook of Electronic Test Procedures.* Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1982.

LOCHER, Robert (W9KNI). *The Complete DX'er.* Newington, Conn., ARRL.

LOVEDAY, G. & SEIDMAN, A. *Troubleshooting Solid-State Circuits.* New York, John Wiley and Sons, 1981.

MARGOLIS, A. *Modern Radio Repair Techniques*, Blue Ridge, Summit, PA., TAB Books, 1971.

ORR, William A. *Radio Handbook.* 22. ed, USA, Howard W. Sams, 1981 (atualizado periodicamente).

POTTER & FISH. *Theory of Networks and Lines.* Englewood Cliffs, NJ, 1963.

RADIO AMATEUR CALLBOOK INC. *North American Callbook.* Lake Bluff, Ill., (anual).

________. *International Callbook.* Lake Bluff, Ill., (anual).

RADIO SOCIETY OF GREAT BRITAIN (RSGB). *RSGB Awards Booklet.* Londres, RSGB (atualizado periodicamente).

________. *RSGB Operating Manual.* Londres, RSGB (atualizado periodicamente).

________. *RSGB Radio Communications Handbook.* Londres, RSGB (atualizado periodicamente).

RCA CORPORATION. *Solid State Power Circuits, RCA Designer's Handbook.* USA, RCA, 1972.

TERMAN, Frederick E. *Radio Engineering.* New York, McGraw-Hill.

________. *Radio Engineer's Handbook.* New York, McGraw-Hill, 1943.

SLURZBURG, Osterhel. *Essentials of Radio.* New York, McGraw-Hill.

THE AMERICAN RADIO RELAY LEAGUE. *The ARRL Handbook.* Newington, Conn., ARRL, (edição anual).

________. *The ARRL Operating Manual.* 4. ed. Newington, Conn., ARRL, 1991.

________. *DXCC Countries List.* Newington, Conn., ARRL, (periodicamente atualizado).

________. *ARRL 75th Anniversary "From Spark to Space".* Newington, Conn., ARRL, 1991.

________. *ARRL Data Book*, 2. ed. Newington, Conn., ARRL.

________. *Hints and Kinks.* 12. ed. Newington, Conn., ARRL.

________. *Novice Notes: The Book.* Newington, Conn., ARRL.

________. *QRP Classics.* Newington, Conn., ARRL.

________. *Solid State Design for the Radio Amateur.* Newington, Conn., ARRL.

________. *Passport to World Band Radio.* Newington, Conn., ARRL, 1991.

TURNER, R. P. *How to Use Grid-Dip Oscillators.* 2. ed. New York, Hayden Book Co., 1969.

WEDLOCK, B. & ROBERGE, J. *Electronic Components and Measurements.* Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1969.

Código Morse

CARRON JR., L. Peter (W3DKV). *Morse Code, The Essential Language.* Newington, Conn., ARRL, 1986.

Interferências

CHAMPION SPARK PLUG COMPANY. *Giving Two-Way Radio Its Voice.* Toledo, OH, Champion, 1978.

CONSUMERS ELECTRONIC SERVICE (CES). *Consumer Electronic Service Technician Interference Handbook - Auto Rectification.* Washington, CES.

________. *Consumer Electronic Service Technician Interference Handbook - Television Interference.* Washington, CES.

FICCHI, R. F. *Electrical Interference.* New York, Hayden Book Co., 1964.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS (IEEE). *Tutorial Course. The Location, Correction and Prevention of RI and TVI Sources from Overhead Power Line.* New York, IEEE.

NELSON, W. R. *Interference Handbook.* Wilton, Conn., Radio Publications, 1981.

Linhas de Transmissão

DEPARTAMENTO DE DEFESA DOS USA. *Armed Services Index of R.F. Transmission Lines and Fittings.* Armed Services Electro-Standards Agency, Ft. Monmouth, New Jersey.

JOHNSON. *Transmission Lines and Networks.* New York, McGraw-Hill Book Co.

KING, D. D.; MIMNO & WING. *Transmission Lines, Antennas and Wave Guides.* New York, McGraw-Hill Book Co., 1965.

Packet Radio

Em Packet Radio, a maior parte das informações vem dos grupos e associações. Alguns dos mais conhecidos:

AMERICAN RADIO RELAY LEAGUE (ARRL). *First ARRL Amateur Radio Computer Networking Conference.* Newington, Conn., ARRL, 1981.

________. *Second ARRL Amateur Radio Computer Networking Conference.* Newington, Conn., ARRL, 1984.

________. *Third ARRL Amateur Radio Computer Networking Conference.* Newington, Conn., ARRL, 1984.

MAGNUSKI, H. *National Standards for Amateur Packet Radio Networks, Conference Proceedings of the Eighth West Coast Computer Faire, 245 Swett Road.* Woodside, CA, 1983.

RINALDO, Paul (W4RI). *Evolution of the Amateur Packet Radio Networks, Conference Proceedings of the Eighth West Coast Computer Faire, 245 Swett Road.* Woodside, CA, 1983.

Clubes que distribuem informações sobre Packet Radio:

AMATEUR RADIO - Research and Development Corp. (AMRAD). monthly AMRAD Newsletter. William P. Pala (WB4NFB), 5829 Parakeet Dr., Burke, VA 22015.

ARRL. monthly QEX- The ARRL Experimenters' Exchange. ARRL, 225 Main St., Newington, Conn., 06111.

BRITISH AMATEUR RADIO Teleprinter Group (BARTG). quarterly DATACOM. John Beedie (G6MOK), 161 Tudor Road., Hayes, Middlesex, UB 2QG England.
CENTRAL IOWA Technical Society (CITS). Ralph Wallio (W0RPK), RR4, Indianola, IA 50125.
FLORIDA AMATEUR Digital Communications Associations (FADCA). monthly FADCA Beacon. Gwyn Reedy (W1BEL), 812 Childers Loop, Brandon, FL 33511.
NEW ENGLAND PACKET Radio Association (NEPRA) monthly NEPRA PacketEar. NEPRA, P.O. Box 15, Bedford MA 01730.
PACIFIC PACKET Radio Society (PPRS). Hank Magnusky (KA6M), 311 Stanford Ave., Menlo Park, CA 94025.
TUCKSON AMATEUR PACKET Radio Corp (TAPR). bimonthly Packet Status Register. TAPR, P.O. Box 22888, Tucson, AZ 85734.
VANCOUVER AMATEUR Digital Communications Group (VADCG). The Packet. Doug Lockhart (VE7APU), 9531 Odlin Road, Richmond, BC V6X 1E1, Canadá.

Propagação

DAVIES. National Bureau of Standards Monograph 80, *Ionospheric Radio Propagation*. Washington (Supt. of Documents).
HARRINGTON, R. F. *Time Harmonic Eletromagnetic Fields*. New York, McGraw-Hill, 1970.
JORDAN, E. C. & BRATTAIN, K. G. *Eletromagnetic Waves and Radiating System*. Blue Ridge, Summit, Penns., Prentice-Hall, 1950-1968.
RAMO, S.; WHINNERY, J. R. & VANDUZER, T. *Fields and Waves in Communication Electronics*. New York, John Wiley & Sons, 1965.
REED & RUSSEL. *Ultra-High-Frequency Propagation*. New York, John Wiley & Sons.
SAVESKIE, P. N. *Radio Propagation Handbook*, Blue Ridge, Summit, Penns., TAB Books, 1980.
SCHELKUNOFF, S. A. *Electromagnetic Waves*. USA, D. VanNostrand, 1943.
SETHUMARAN, R. & BALAKRISHNAN, N. *Radiation and Propagation*. Nova Delhi, Índia, Khana Publ., 1983.
SMIT, J. *Radio Propagação*. São Paulo, Érica, 1986.

VHF, UHF, Microondas e Espaço

AMERICAN RADIO RELAY LEAGUE. *Satellite Anthology*. Newington, Conn., ARRL.
________. *The ARRL UHF/Microwave Experimenter's Manual*. Newington, Conn., ARRL.
DAVIDOFF, Martin (K2UBC). *Satellite Experimenter's Handbook*. 2. ed. Newington, Conn., ARRL.
NEWTON, Charles. (G2FKZ). *Radio Auroras*. London, RSGB.
RADIO AMATEUR SATELLITE CORPORATION. *AMSAT NA 5th Space Symposium*. Washington DC, AMSAT.
________. *AMSAT NA 6th Space Symposium*. Washington DC, AMSAT.
RADIO SOCIETY OF GREAT BRITAIN. *RSGB VHF/UHF Manual*. London, RSGB.
________. *RSGB Microwave Handbook*. Londres, RSGB, vol. 1.
________. *RSGB Microwave Handbook*. Londres, RSGB, vol. 2.
________. *RSGB Radio Auroras*. London, RSGB.
TAGGART, Ralph (WB8DQT). *Weather Satellite Handbook*. Newington, Conn., ARRL.

Foram reproduzidos neste livro, depois de devidamente adaptados e atualizados, artigos do autor publicados nas seguintes revistas:

Antenna, vol. 85, n. 2 e 3; vol. 88, n. 2, 3 e 4.
Eletrônica Popular, vol. 44, n. 2; vol. 46, n. 1; vol. 48, n. 3 e 6; vol. 49, n. 1, 2 e 3; vol. 50, n. 1, 3, 5 e 6; vol. 51, n. 1, 2, 3, 5 e 6; vol. 52, n. 1.
An-Ep, vol. 91, n. 3, 5 e 6; vol. 92, n. 5; vol. 93, n. 3, 4 e 6; vol. 94, n. 3.
Saber Eletrônica, vol. 26, n. 207, 208 e 209.
QTC-Labre, vol. 1, n. 1.

ÍNDICE REMISSIVO

Formato 16 x 23 cm
Número de Páginas 632
Capa Marina Mayumi Watanabe
Assistente de Produção Afonso Nunes Lopes
Editora de Texto Alice Kyoko Miyashiro
Revisão de Texto Beth Honorato
Valéria Franco Jacintho
Composição Sidney Itto
Mauricio Siqueira Silva
Revisão de Provas Lisena Fujimura
Kiel Pimenta
Silvia Cristina Dotta
Mirian Senra
Flávia Bancher
Lucia Helena Siqueira Barbosa
Alípio Correia de Franca Neto
Áurea Maria Corsi
Paulo Nascimento Verano
Arte-final Julia Yagi
Adriana Ap. Garcia
Marcos Keith Takahashi
Secretaria Editorial Rose Pires
Sueli Monteiro Garcia
Divulgação Mine Akiyoshi
Roselaine Fabretti
Otávio Orlando Assad
Elizabete Reis de Jesus
Mancha 26 x 44,5 paicas
Tipologia Times Roman 10,5/13,5
Fotolito Quadri-Color
Impressão Imesp
Papel Cartão Supremo 250 g/m^2 (capa)
Off-set linha d'água 75 g/m^2 (miolo)
Tiragem 3 000

de livros específicos em português (viabilizados economicamente pela sua utilização profissional), o mesmo não se pode dizer do radioamadorismo.

Podemos afirmar, sem risco de exagero, que a falta de literatura específica no nível adequado, tanto em manuais de referência como em revistas, é o principal motivo da grande defasagem que sofre o radioamadorismo nos países de línguas ibéricas. As tentativas de traduções do manual norte-americano, em Buenos Aires e em Barcelona, não surtiram os efeitos esperados, uma vez que a publicação original da ARRL (Liga Norte-Americana de Radioamadores) foi concebida com vistas a um universo de leitores com conhecimentos direta ou indiretamente acumulados em meio século de produção na área. Assim sendo, o conteúdo das traduções não pôde ser absorvido justamente por aquela grande maioria de radioamadores que mais necessitam dele.

Enquanto em outros países, radioamadores muito avançados, dispondo de livros em inglês, alemão, francês, italiano ou japonês, a esmagadora maioria dos radioamadores, que não domina esses idiomas, não tem como se desenvolver, pois em caso de dúvida ou de ter-se deparado com algum aspecto até então desconhecido, nem ao menos tem acesso a uma fonte de referência fidedigna.

O presente livro tem como objetivo preencher a lacuna que existe já há sete décadas, oferecendo uma referência confiável, bem como um ponto de partida para mais livros e revistas de nível comparável nos idiomas português e espanhol.

Iwan Th. Halász: PY2AH

ISBN 85-314-0082-1